

Erfolge von Nervendurchschneidung an einem
Frosch.

Von

F. BIDDER in Dorpat.

1865.



Die folgenden Erfahrungen, die gelegentlich sich mir darboten und keineswegs neu sind, dürften doch, wegen der Präcision der gewonnenen Resultate, auch in weiteren Kreisen der Beachtung nicht unwerth sein.

Am 16./28. August 1863 benutzte ich in einer Vorlesung einen männlichen Frosch (*Rana temporaria*) zur Demonstration des Bell'schen Gesetzes. Es wurde dazu in üblicher Weise die Haut an der hinteren Hälfte des Rückens durch einen ergiebigen Kreuzschnitt in vier Lappen getrennt, und nachdem die durch die subcutanen Lymphräume hindurchtretenden Nervenfäden durchschnitten worden, ward durch Zurückschlagen dieser Lappen die die Wirbelsäule deckende Musculatur blos gelegt, von den darunter liegenden Knochen abgelöst, die Bögen der vier letzten Wirbel mit einer Zange abgebrochen, das lockere das Rückenmark umhüllende Bindegewebe nebst den Kalkkrystallen entfernt, und die Cauda equina vollkommen entblösst. Es wurden darauf an der linken Seite die hinteren Wurzeln der drei grossen zur hinteren Extremität gehenden Nerven durchschnitten, und die peripherischen Durchschnittenenden aus dem Rückgratkanale herausgehoben. Die Extremität war dadurch gegen die heftigsten mechanischen Reize völlig unempfindlich gemacht, und galvanische Reizung jener Durchschnittenenden bewirkte durchaus keine Zuckung in der Muscu-

latur des Schenkels, obgleich die willkürlichen Bewegungen desselben ganz unbeeinträchtigt erschienen. Dann wurden auf derselben Seite auch die vorderen Wurzeln derselben Spinalnerven durchschnitten, wodurch alle willkürlichen Bewegungen der Extremität aufhörten, während galvanische Reizung der peripherischen Durchschnitssenden dieser Wurzeln die lebhaftesten Zusammenziehungen an dieser Extremität zur Folge hatte. — Der Versuch gelang in allen seinen Theilen so vollkommen, das Thier gab auf alle an dasselbe gerichtete Fragen so klare und präcise Antworten, dass es mein besonderes Interesse erweckte, und ich es daher nach beendeter Demonstration nicht sofort tödtete und beseitigte, sondern die Haut des Rückens durch mehrere Näthe zusammenheftete, das entblösste untere Ende des Rückenmarks damit bedeckte, und das Thier in ein besonderes Gefäss that, in welchem es bei täglicher Erneuerung des Wassers mehrere Monate erhalten wurde. Nach vier Wochen schon war die Haut des Rückens vollkommen vernarbt, die Stelle der früheren Trennung nur durch zwei sich kreuzende lineäre Einsenkungen bezeichnet, und eine feste Verbindung der Haut mit den tiefer gelegenen Theilen der Wunde hergestellt. Von gangränöser Zerstörung der Zehen, die bei Fröschen in der Gefangenschaft so leicht sich einstellt, zeigte sich gar nichts, ja nicht einmal eine Spur von Excoriation und dergleichen war an irgend einer Stelle der Haut wahrzunehmen. Das linke Bein blieb vollkommen gelähmt für Empfindung, wie Bewegung. Anfangs war es zwar in beträchtlichem Grade ödematös angeschwollen; später verlor sich dies durchaus, und das Volum beider hinteren Extremitäten erschien ganz gleich. Beide waren in beträchtlichem Grade abgemagert, denn als Nahrung erhielt das Thier nur das, was das Flusswasser etwa an Infusorien oder anderen organischen Substanzen ihm darbot. Damit stand in Einklang die Seltenheit der Darmentleerungen, die nur alle 2—3 Wochen einmal erfolgte und sofort an der gelbbraunlichen Färbung des Wassers zu erkennen war, in dem das Mikroskop zahlreiche Amöben, Monaden, Vibrionen, Filarien und andere Infusorien und Entozoen zeigte. — Obgleich das Thier in einer Zimmertemperatur gehalten wurde, die zwi-

schen 12—14° R. schwankte, und nur vorübergehend unter das genannte Minimum hinabsank, so zeigten sich mit dem Eintritt der kühlen Witterung doch Erscheinungen, die auf eine Neigung zum Winterschlaf hinwiesen. Der Boden des Gefässes war nur bis zu einer Höhe von etwa $\frac{3}{4}$ Zoll mit Wasser bedeckt, so dass das Thier, auf die Vorderpfoten sich stützend, den Kopf und mit ihm die Nasenöffnungen bequem über dem Wasser halten konnte; es wurde überdies das Gefäss in geneigter Stellung erhalten, damit das Thier in dem Wasser nach Belieben tiefere und seichtere Stellen aufsuchen könne. Nichtsdestoweniger fand ich während der Winterzeit, wenn ich Morgens in mein Arbeitslokal eintrat, meinen Frosch regelmässig so placirt, dass er mit dem Vordertheil seines Körpers nicht nur die tiefere Seite des Wassers einnahm, sondern dass sein Kopf ganz unter dem Wasser steckte, und dass er ihn in dieser Lage zu erhalten suchte durch die über den Kopf zusammengeschlagenen vorderen Extremitäten, die überdies gewöhnlich gegen die Wand des Gefässes angestemmt waren; da durch solche Stellung des Kopfes der atmosphärischen Luft der Zugang zu den Respirationsorganen abgeschnitten war, so konnte von einer Aufnahme derselben unter diesen Umständen auch nicht die Rede sein. Die die Respiration begleitenden rhythmischen Bewegungen der Nasenlöcher wie der Kehle fielen gänzlich aus. Selbst bei mehrere Stunden hindurch fortgesetzter Beobachtung behielt das Thier völlig regungslos und mit geschlossenen Augen diese Stellung bei; wurde aber der Wasserbehälter in der Weise geneigt, dass das Wasser von dem Kopf des Thieres zurückweichen musste, so öffneten sich sofort die Augen, und an den Nasenöffnungen und der Kehle begann das regelmässige Spiel der Respirationsbewegungen. Wurde endlich das Thier innerhalb des Behälters berührt oder anderweitig irritirt, oder gar aus dem Gefäss herausgenommen und auf eine feste Unterlage gesetzt, so bewegte es sich so munter und lebhaft, als das gelähmte und wie eine Last nachzuschleppende Bein dies gestattete, kehrte aber zu der früheren athemlosen Stille und Ruhe zurück, sobald es in den Wasserbehälter zurückgesetzt wurde.

Bei der sorgfältigsten Aufmerksamkeit und Pflege, die diesem Frosche zu Theil ward, gelang es, ihn fünf Monate hindurch bei wenig verminderter Energie der wesentlichen Lebenserscheinungen zu erhalten, und damit die seltene Gelegenheit zu gewinnen, die Erfolge der Nervendurchschneidung nach längeren Fristen als bisher bei Fröschen geschehen, zu prüfen! Ich hatte dabei namentlich die Möglichkeit im Auge, die Unabhängigkeit der Muskelirritabilität von dem Einfluss der Nerven, die Unabhängigkeit der sympathischen Nerven vom Einfluss des Rückenmarks, und die Beziehung der Spinalganglien zu der normalen Ernährung gewisser Nervenfasern zu prüfen. Für alle drei Punkte haben sich ganz entschiedene Thatsachen ergeben.

Obgleich von den verschiedenen Wegen, die Irritabilitätsfrage zu erledigen, der älteste, in Eliminirung der Nerven durch Durchschneidung bestehende, in den letzten Jahren von andern rascher und glänzender zum Ziele führenden Methoden in den Hintergrund gedrängt worden ist, so dürften ihm doch mehrfache Vorzüge ganz unbestritten zukommen. Denn wenn es feststeht, dass ein von seinem Ernährungscentrum getrennter Nerv seine Textur wie seine Reizbarkeit auf die Dauer nicht zu behaupten vermag, dass er ganz unvermeidlich der Fettmetamorphose und damit dem Verlust seiner wesentlichen Lebenseigenschaften anheimfällt; dass ferner für die zu den Muskeln der Extremitäten hintretenden Nerven solches Centrum im Rückenmark gelegen ist, und selbst die äussersten peripherischen Enden dieser Nerven in der continuirlichen Verbindung mit diesem Centralorgane eine unerlässliche Bürgschaft für ihr lebensvolles Bestehen fordern, so wird der Ausschluss dieser Nerven aus dem thätigen Muskel auf dem Wege der Durchschneidung sich sicherer erlangen lassen als auf dem keineswegs zweifellosen Wege der Curare-Vergiftung, oder der Herbeiführung des Anelektrotonus durch den aufsteigenden constanten Strom, oder durch das Aufsuchen und Prüfen von Muskelpartieen, die durchaus nervenlos sind. Wenn in früheren Versuchen die Durchschneidung von Nerven über eine den Muskeln eigenthümliche Irritabilität vollkommen sichere und ent-

scheidende Resultate nicht lieferte, so lag der Grund davon wahrscheinlich theils in der nicht vollständig genug gehinderten Wiedervereinigung der getrennten Nerven, theils in der zur vollständigen Vernichtung der Nerven nicht hinreichend langen Dauer der Trennung vom Centralorgane. In beiden Beziehungen versprach mein Thier vollständige Erfüllung aller Erfordernisse; denn von einer Wiedervereinigung der getrennten und mit ihren peripherischen Durchschnitssenden aus dem Rückgratkanal völlig herausgehobenen Nervenwurzeln konnte, wie auch die spätere anatomische Untersuchung bestätigte, nicht im Entferntesten die Rede sein, und die Frist von fünf Monaten, welche zur Prüfung der Erfolge der Nervendurchschneidung gegeben war, ging nicht allein über die Termine der namentlich bei Fröschen bisher angestellten Beobachtungen hinaus, sondern schien auch a priori ausreichend, alle Folgen jenes zerstörenden Eingriffs in ihrer ganzen Vollständigkeit zur Erscheinung zu bringen.

Zu solchen Folgen der Durchschneidung aller Wurzeln der zu einer Extremität sich begebenden Spinalnerven gehört nun aber, wie auch dieses Thier lehrte, nicht eine Störung in dem Capillarkreislauf der bezüglichen Schwimmhaut. Bei täglich wiederholter Prüfung dieses Verhältnisses, wobei der Blutlauf in der Schwimmhaut der linken Extremität mit den Circulationserscheinungen in der rechten intact gebliebenen Extremität verglichen wurde, habe ich niemals irgend einen erheblichen Unterschied weder in der Breite der bezüglichen Gefässe noch in der Schnelligkeit des sie durchströmenden Blutes wahrnehmen können. Auch in den übrigen Ernährungserscheinungen zeigte sich keine Differenz zwischen beiden Extremitäten; die Farbe der Haut, das Volumen, die Consistenz der Muskeln zeigten keine Verschiedenheit. Das in den ersten Wochen beobachtete Oedem der betreffenden Extremität schwand bald ganz, war also nur eine zufällige von der Nervendurchschneidung unabhängige Erscheinung gewesen, mit einem Worte, Nichts wies darauf hin, dass durch die Ablösung sämmtlicher in die Extremität eintretenden Spinalnerven von dem Rückenmark, in den sogenannten vegetativen Lebensvorgängen dieses Gliedes irgend eine Aenderung stattgefunden hatte, die als nothwendige

Folge jener Nervendurchschneidung anzusehen gewesen wäre. Wenn aber diese Vorgänge nichtsdestoweniger unter dem Einfluss des Nervensystems stehen, so muss derselbe aus anderen Quellen als dem Rückenmarke herkommen, und seine Bahnen können nicht, wenigstens nicht durchweg zusammenfallen mit den Wegen, welche die vom Rückenmark ausgehenden oder zu ihm hinggerichteten Impulse einschlagen.

Im Gegensatz zu diesen völlig ungestörten Ernährungsvorgängen waren Empfindung und Muskelbewegung in der betreffenden Extremität durchaus erloschen. Keine mechanische Irritation der Haut, kein Stechen und Quetschen der Zehen brachte auch nur die geringste Spur von Empfindung, von Schmerzensäusserung hervor, obgleich die Reizbarkeit des Thieres eine recht beträchtliche war, und schon leichtes Anklopfen an das Gefäss, welches ihm zur Wohnung diente, durch sofortige Bewegungen beantwortet wurde. Ebenso wenig war während der ganzen fünfmonatlichen Beobachtungsdauer irgend eine Muskelaction in der linken hinteren Extremität wahrzunehmen; sie wurde in der letzten Zeit ebenso wie unmittelbar nach der Nervendurchschneidung als eine zu jeder selbstständigen Action unfähige, scheinbar völlig todte, angehängte Last nachgeschleppt, zum Zeichen, dass nicht allein der operative Eingriff alle Bahnen, auf denen ein motorischer Einfluss zu den Muskeln der Extremität gelangen konnte, ausnahmslos aufgehoben hatte, sondern dass auch eine Wiedervereinigung der durchschnittenen Nerven in keiner Weise erfolgt war. Es kam also darauf an, zu ermitteln, ob unter solchen Umständen fünf Monate hinreichten, die Leistungsfähigkeit der zu den Muskeln tretenden Nerven völlig zu vernichten.

Am 11./23. Januar stellte ich diesen Versuch zuerst an. Es wurde an der Rückenfläche des Schenkels nach der ganzen Länge desselben die Haut gespalten, der Gastroknemius dadurch blosgelagt, der ischiadische Nerv aber durch Eingehen zwischen die Beuger und Anzieher des Schenkels zugänglich gemacht, von der neben ihm herablaufenden Arterie getrennt, und durch eine unter ihn geschobene Glasplatte von den Nachbartheilen isolirt. Hierbei war sogleich auffallend, dass das quergeringelte

in abwechselnd weissen und dunkeln Linien sich äussernde Ansehen frischer Froschnerven gänzlich geschwunden war, und der ganze Nerv sich als ein durchaus gleichmässiger weisser Strang ausnahm, was entschieden auf eine Aenderung seiner anatomischen Verhältnisse hinwies. Die Reizung des Nerven erfolgte durch den du Bois'schen Schlittenapparat, der durch ein einfaches Grove'sches Element in Bewegung gesetzt wurde. Auch wenn die beiden Rollen des Apparates vollkommen übereinander geschoben waren, und die zwischen die Enden der Leitungsdräthe eingeschaltete Nervenstrecke 4'' lang war, war weder an dem ganz frei daliegenden Gastroknemius, noch an irgend einem anderen Schenkelmuskel die leiseste Andeutung von Contraction wahrzunehmen. Bei Application der Elektroden unmittelbar an dem Gastroknemius reichte dagegen schon eine ungleich geringere Intensität des angewandten Reizes hin, die kräftigsten Zusammenziehungen und in deren Folge energische Streckung des ganzen Fusses zu bewirken. Dieser Erfolg zeigte sich nicht allein an dem oben bemerkten Tage, bei mehrfacher Wiederholung des Versuches, immer in der gleichen Weise, sondern wurde auch an den beiden folgenden Tagen constatirt, nachdem die blosgelagten Nerven und Muskeln mit Hülfe der Haut möglichst zugedeckt erhalten gewesen waren. Die Lebhaftigkeit, mit welcher der Gastroknemius des linken Beins durch seine Contractionen auf den elektrischen Reiz antwortete, unterschied sich dem Augenschein nach durch Nichts von der Reactionsweise des entsprechenden Muskels vom anderen Bein, welcher schliesslich der Vergleichung halber auch geprüft wurde.

Nachdem hiermit die von den oben angedeuteten Gesichtspunkten aus an dem lebenden Thier zu machenden Erfahrungen erledigt waren, wurde dasselbe am 15./27. Januar getödtet, um die Elementarzusammensetzung der Nerven des linken Beins mit dem Mikroskop zu prüfen. Mehrere aus dem Nerv. ischiadicus, und zwar aus dessen Verlauf am Oberschenkel entnommene Präparate verfehlten denn auch nicht sehr auffallende Abweichungen von den normalen Verhältnissen darzubieten. Ein sehr beträchtlicher Theil der Nervenprimitivfasern zeigte

die Erscheinungen der fettigen Degeneration in unzweideutiger Weise und in verschiedenen Stadien. Zwar von dem ersten Stadium dieser Veränderung, wo der Inhalt der Nervenröhren in viereckige, quaderartige, dunkelrandige und doppelcontourirte Stücke von verschiedener Länge sich scheidet, boten sich nur ein Paar Bilder dar. Fast eben so selten zeigten sich Andeutungen des folgenden Stadiums, nämlich haufenartige Ansammlungen des zerfallenden Primitivröhreninhalts neben ganz entleerten Stellen des Nervenrohrs. Um so häufiger dagegen erschienen Nervenfasern, die entweder nur stellenweise oder in der ganzen Länge ihres im Gesichtsfelde wahrnehmbaren Verlaufs von den Producten der Fettmetamorphose, feinen Körnchen oder Fettmolekeln, erfüllt waren. Ein paar Male auch zeigte sich das auffallende aber mit aller Sicherheit beobachtete Verhältniss, dass ein und dieselbe über eine grössere Strecke des Präparates zu verfolgende Nervenfasern successive die verschiedenen Stadien in dem Zerfall und der Fettmetamorphose ihres Inhalts wahrnehmen liess, was zu der Ansicht nöthigt, dass in verhältnissmässig sehr kurzen Strecken des Nervenfaserverlaufs sehr verschiedene Bedingungen der Ernährungsvorgänge zur Geltung kommen müssen. In der entschiedenen Mehrzahl aber boten die degenerirten Fasern eine so geringe Menge von Fettmolekeln dar, dass sie als ganz blasse, gleichmässig breite, von sehr zarten, aber scharf begrenzten Contouren eingerandete Bänder sich ausnehmen, in deren Innerem nur vereinzelte Fettkörnchen übrig geblieben waren.

Neben diesen in auffallender Weise veränderten Nervenprimitivfasern fehlte es jedoch keineswegs an solchen, die alle bekannten Merkmale, welche diese Elemente unter normalen Verhältnissen darbieten, in ganz unveränderter Weise an sich trugen; ja es kamen selbst Präparate vor, in denen neben einer überwiegenden Menge unveränderter Elemente nur einzelne der Fettdegeneration anheimgefallene Fasern wahrzunehmen waren. Namentlich die dünnsten Nervenfasern, die von Volkmann und mir als „sympathische“ bezeichneten, die in grösseren Nervenstämmen bekanntlich nicht selten bündelweise zusammengelagert neben den breiten Nervenfasern auftreten, zeigten dieses

unveränderte Aussehen, und es ist mir unter den zahlreichen Präparaten, die ich aus dem Stamm des Ischiadicus und seinen Zweigen herstellte, kein einziges Mal eine solche dünne Faser mit den unzweideutigen Spuren der Entartung entgegengetreten. Ich kann diese Thatsache, wie schon früher geschehen, auch jetzt nicht anders deuten, als dass im Ischiadicus — und ohne Zweifel auch in anderen Spinalnerven — Nervenfasern enthalten sind, die in dem Rückenmark weder ihr functionelles noch auch ihr Ernährungscentrum haben.

Indessen nicht blos schmale Fasern, sondern auch solche, die entschieden zu den breiten gerechnet werden mussten, zeigten sich unversehrt. Hierbei war es jedoch bemerkenswerth, dass die breitesten Fasern, die beim Frosch überhaupt beobachtet werden, also Fasern von etwa 0,0006“ Durchmesser, nie unverändert geblieben waren. Wenn nun in Betracht gezogen wird, dass bekanntlich diese breitesten Fasern nur in den vorderen Wurzeln der Spinalnerven auftreten, so lag die Vermuthung nahe, dass nur die aus diesen Wurzeln hervorgehenden Muskeläste durch die Unterbrechung des Zusammenhanges mit dem Rückenmark in ihrer Ernährung beeinträchtigt worden seien. Um die Richtigkeit dieser Vermuthung zu prüfen, suchte ich mehrere Muskeläste des Ischiadicus auf, wie sie am Oberschenkel sowohl z. B. in dem seit Kühne's Untersuchungen so wohl bekannten Nerven Zweige zum Musculus sartorius, als auch am Unterschenkel in den zum Gastrocnemius hintretenden Zweigen leicht zu finden sind, und brachte sie unter das Mikroskop. In der That traf ich hier nur auf degenerirte Fasern, und zwar der breiten Art; schmale Fasern, die dem Obigen gemäss auch hier sich unverändert erhalten haben mussten, bemerkte ich gar nicht, wahrscheinlich weil sie bekanntlich in den Muskelästen überhaupt nur in geringer Zahl vorkommen und gegen die Endausbreitung der Nerven hin nicht mehr bündelweise zusammengelagert, sondern nur einzeln erscheinen. Jene Texturverhältnisse der in die Muskeln eintretenden Nervenäste waren um so auffälliger, wenn sie verglichen wurden mit dem Ergebniss der Untersuchung kleiner Hautnerven, die ebenfalls sowohl am Ober- als Unterschenkel leicht aufzufinden

sind. Hier waren nämlich der Fettdegeneration anheimgefallene Fasern gar nicht zu treffen; kein Stadium der hierher führenden Umwandlung der Nervenfasern war nachweisbar, und man hätte letztere für ganz normal halten müssen, wenn nicht eine sichtlich verminderte Dunkelheit ihrer Ränder auf eine gewisse Beeinträchtigung der normalen Ernährung hingewiesen hätte. Ausdrücklich mag noch bemerkt werden, dass zur Constatirung der sich darbietenden Alterationen in den verschiedenen Nervenästen ganz regelmässig auch die entsprechenden Nerven- zweige auf der rechten und ganz unversehrt gebliebenen Körperseite des Versuchsthieres der mikroskopischen Prüfung unterzogen wurden.

Diese Verschiedenheit in dem Zustande der Haut- und Muskelzweige des betreffenden Ischiadicus, oder der von den beiden Reihen seiner Wurzeln abzuleitenden Aeste, muss natürlich auf das an der hinteren Wurzel befindliche Ganglion bezogen werden. Beide Wurzeln waren dem Einfluss des Rückenmarks vollkommen entzogen, beide waren eben damit functionell eliminiert, physiologisch todt. Während aber gleichzeitig hiermit die von den vorderen Wurzeln abzuleitenden Fasern auch in ihrem anatomischen Bestande sich nicht zu behaupten vermochten, sondern der fortschreitenden Entartung anheimfielen, waren die Fasern, welche den hinteren Wurzeln entspringen, nicht weiter alterirt, als dass die Dunkelheit ihrer seitlichen Begrenzungslinien vermindert erschien, was vielleicht auf eine beginnende Aenderung in dem Fettgehalte des Nervenmarks hinwies. Die motorischen Zweige des Ichiadicus waren also durch die Trennung der vorderen Spinalnervenwurzeln nicht blos von dem regulatorischen Centrum ihrer physiologischen Leistungen, sondern auch von ihrem Ernährungscentrum geschieden, während die sensiblen Zweige zwar auch wirkungslos bleiben mussten, weil sie nicht mehr bis zum Centralorgan leiten konnten, aber in ihrer Ernährung nicht erheblich beeinträchtigt sich zeigten.

Die anatomische Untersuchung der Stelle, an welcher der erste operative Eingriff vorgenommen war, erwies ein völliges Verschwinden der derselben eigenthümlichen weiten subcutanen Lymphräume, und ein festes Verwachsen der Haut mit den

unter derselben liegenden Gebilden durch eine dünne Schicht bindegewebiger Narbensubstanz. Nach Entfernung derselben bot sich die künstlich erzeugte Spina bifida dar, deren Ränder jedoch nicht mehr jene Zacken und Spitzen zeigten, die die Knochenzange bewirkt hatte, vielmehr auch nach Entfernung des Periosteums ganz glatt erschienen, so dass eine vollkommene Ausgleichung jener Unebenheiten durch Resorption der Vorsprünge stattgefunden hatte. Noch bemerkenswerther als diese durch die traumatische Reaction bedingte Veränderung an Hartgebilden war der Umstand, dass von den durchschnittenen Nervenwurzeln gar nichts mehr nachzuweisen war. Nicht allein die peripherischen Durchschnittsenden, die aus dem Rückgratkanale hervorgehoben und über die Rückenmusculatur hingelegt worden waren, liessen sich, wie in der Narbensubstanz der Haut, so auch in den den Kanal einnehmenden Transsudatmassen nicht mehr erkennen, sondern auch die centralen mit dem Rückenmark in Zusammenhang gelassenen Durchschnittsenden der Nervenwurzeln waren völlig verschwunden. Von der ganzen Strecke dieser Wurzeln vom Rückenmark bis zum Invertebral-Ganglion war nichts mehr vorhanden; sie waren in dem Entzündungsprocess, der dem operativen Eingriff gefolgt war, völlig untergegangen. Auch die entsprechenden Wurzeln der anderen Seite hatten bei dem energischen Vernarbungsprocessen sich nicht intact erhalten können; sie waren in dem grössten Theil ihrer Länge sichtlich verdickt und stark gelblich tingirt, aber ihre Nervenprimitivfasern waren unversehrt geblieben.

Es lag nun die Frage nahe, wie bei diesen Veränderungen der durchschnittenen Nervenwurzeln die centralen Apparate, von denen sie die Impulse zu ihren Leistungen zu erhalten bestimmt gewesen waren, sich verhielten. In den betreffenden Spinalganglien habe ich eine Alteration in der Grösse, Färbung und inneren Beschaffenheit der Nervenzellen durchaus nicht wahrnehmen können. Die hintere Hälfte des Rückenmarks meines Thieres hatte ich durch Alkohol zu erhärten gesucht; indessen gelang es nicht, die erforderliche schnittfähige Beschaffenheit herbeizuführen und hinreichend dünne Durch-

schnitte zu gewinnen, und bei wiederholten Versuchen dieser Art wurde das von dem disponiblen Rückenmarksfragment dargebotene spärliche Material verbraucht, ohne das gewünschte Ziel zu erreichen. Ueber etwaige Alterationen der Zellen in der grauen Substanz des Rückenmarks kann ich daher Nichts aussagen.

Endlich bot auch die Textur der Muskeln der linken hinteren Extremität gar keine Unterschiede vom rechten Beine dar; namentlich war von einem Schwinden der Muskeln, wie Fettdegeneration derselben Nichts zu bemerken. Die einzige Differenz zwischen den Muskeln der beiden Extremitäten war die, dass auf der linken Seite die bekannte zickzackförmige Lagerung der Muskelemente ungewöhnlich häufig, ja in der Mehrzahl der Muskelprimitivbündel sich zeigte, und wenn diese Erscheinung mit Ed. Weber für einen Ausdruck von Unthätigkeit im Muskelgewebe angesehen werden muss, so wird im vorliegenden Falle angenommen werden dürfen, dass sie einer auf aufgehobenem Nerveneinfluss beruhenden Verminderung des Tonus ihren Ursprung verdankt habe.

Auf die im Eingange erwähnten Fragen, über welche die Untersuchung dieses Thieres Aufschluss versprach, haben sich also folgende ganz entschiedene Antworten ergeben:

1) Das Muskelgewebe besitzt an und für sich und unabhängig von dem Einflusse der in demselben sich ausbreitenden Nerven, ein lebendiges Verkürzungsvermögen; im physiologischen Leben freilich werden die Impulse zur Aeusserung dieses Vermögens gewöhnlich nur in der Bahn der Nerven zum Muskel geleitet werden.

2) Die aus dem Grenzstrange des Sympathicus in die Nerven der hinteren Extremität eintretenden Zweige bedürfen zur Fortführung der von ihnen abhängigen Functionen des ununterbrochenen Einflusses des Rückenmarkes nicht; bei der Verknüpfung aller Theile des Gesamtorganismus wie des Nervensystems zu einem Ganzen ist hiermit nicht ausgeschlossen, dass nicht auch vom Rückenmark aus ein Einfluss auf die vom Sympathicus versorgten Organe oder Organtheile ausgeübt werden könne.

3) Die vorderen Wurzeln der Spinalnerven haben ihr Ernährungscentrum im Rückenmark, die hinteren Wurzeln dagegen erhalten sich auch abgelöst vom Rückenmark in ihrem normalen Bestande, und scheinen hierin durch das Spinalganglion gesichert zu sein.

Dorpat, den 16./28. December 1864.