Ueber die Functionen des Lendenmarks des Hundes.

Von

Prof. **Fr. Goltz** zu Strassburg i. E.

Unter Mitwirkung von

Dr. A. Freusberg.

Vorgetragen im naturwissensch.-medicin. Verein zu Strassburg am 14. u. 21. Nov. 1873.

1. Ueber das Nervencentrum für den Vorgang der Erection des Penis.

Nachdem Eckhard¹⁾ in zwei früheren Arbeiten wichtige Aufschlüsse über den Mechanismus der Erection gegeben hatte, hat er es neuerdings versucht, die Fortsetzung der von ihm entdeckten Nervi erigentes im Rückenmark und Gehirn zu erforschen. Er fand, dass man bei Kaninchen durch electricische Reizung von allen Abschnitten des Rückenmarks sowohl, als auch von verschiedenen Hirntheilen aus Erection anregen könne. Aus dieser Thatsache schloss er, dass das Centrum der Erection im Gehirn gelegen sei, und dass von diesem aus die Nervenbahnen, welche die Erection vermitteln, innerhalb des Rückenmarks nach abwärts laufen, um dasselbe erst tief unten auf den schon früher nachgewiesenen Wegen zu verlassen.

Auf Grund einer ausgedehnten Reihe von Versuchen, welche ich im Verlauf dieses Jahres in Gemeinschaft mit meinem Assistenten, Herrn Dr. Freusberg, angestellt habe, glaube ich beweisen zu können, dass das nächste Nervencentrum für die Erection schon im Lendenmark gelegen ist, und dass also Eckhard's Ansicht in diesem Punkte eine irrige ist.

Wir haben zu unseren Versuchen Hunde verwandt, und zwar zogen wir junge Thiere, deren Wachsthum noch nicht vollendet war, vor, im Gegensatz zu Eckhard, welcher vor der Benutzung junger Hunde zu Versuchen über die Erection warnt. Den Thieren wurde das Rückenmark an der Grenze zwischen dem Brustmark und dem Lendenmark vollständig durchgeschnitten. Um die Hunde nicht unnöthig zu quälen, haben wir die Operation regelmässig in der Chloroformnarcose ausgeführt. Durch einen Schnitt in der

---

1) Eckhard, Beiträge z. Anatomie u. Physiologie. Giessen. Bd. III, S. 125, Bd. IV, S. 71, Bd. VII, S. 69.

Mittellinie wurde zunächst die Haut durchtrennt; dann wurde mit Messer und Schabeisen die Muskulatur entfernt, um einen oder mehrere benachbarte Wirbelbögen blosszulegen. Nachdem hierauf durch eine Knochenscheere ein Dornfortsatz an der Basis fortgeschnitten war, wurde mit Hülfe eines Trepan's ein Stück aus dem freigemachten Wirbelbogen ausgesägt. Sobald die dura mater auf diese Weise zu Tage gebracht war, haben wir, ohne uns mit einer weiteren Präparation des Rückenmarks aufzuhalten, sämtliche Weichtheile des Wirbelcanals mittelst eines schmalen scharfen Messerchens quer durchschnitten. Die Blutung aus den verletzten venösen Sinus braucht man nicht zu fürchten. Statt mit anderen Blutstillungsmitteln Zeit zu verlieren, haben wir einfach die Hautwunde dicht vernäht und damit immer Hemmung der Blutung erzielt. Nach Beendigung der Operation, welche meistens nur wenige Minuten währt, wird das Thier entfesselt. Kräftige Hunde laufen, sobald sie sich von der Betäubung erholt haben, die Hinterbeine nachschleppend, auf den Vorderbeinen umher. Manche Thiere nahmen schon in den ersten 24 Stunden reichlich Nahrung zu sich. Die Mehrzahl verschmähte am ersten Tage Speise und Trank. In den Tagen darauf kehrt die Essgier meistens wieder, so dass die Hunde nach der Operation in wenig Tagen schon ebenso viel verzehren, als vor dem Eingriff. Die Nähte der Wunde haben wir immer schon am Tage nach der Operation alle entfernt, um dem Wundsecret Abfluss zu verschaffen. Der anfangs missfarbige Grund der Wunde fängt nach einigen Tagen an sich zu reinigen und mit Granulationen zu bedecken. Etwa zwei bis drei Wochen nach der Operation kann die Wunde vollständig vernarbt sein. Begünstigt wird der Heilungsvorgang durch die Gewohnheit der meisten Hunde, sich die Wunde zu lecken. Man braucht bei solchen Thieren die Wunde nicht zu reinigen, noch zu verbinden. Manche Hunde lecken sich die Wunde nicht. Bei diesen haben wir die Wunde regelmässig durch Ausspritzung mit warmem Wasser gereinigt und mit Watte verbunden. So gefahrlos ist der Verlauf nach Durchschneidung des Rückenmarks indess eben nur bei jungen kräftigen gut genährten Thieren. Weit ungünstiger gestalten sich die Dinge bei älteren Hunden, auch wenn diese ganz kräftig erscheinen. Diese pflegen bald nach der Operation unter äusserst heftigen Fiebererscheinungen zu erkranken, verschmähen fast alle Nahrung und

sterben nach 24 Stunden oder nach wenigen Tagen. Wir haben, durch diese Erfahrung gewitzigt, später in der Regel nur junge Thiere zu unseren Versuchen verworther. Wenn, wie oben geschildert wurde, die unmittelbaren Folgen der Durchschneidung des Rückenmarks das Leben junger Hunde nicht gefährdeten, so bringen die mittelbaren Folgen dagegen den Thieren immer den Untergang. Einige Zeit nach der Operation bilden sich an allen den Hautstellen des Hinterkörpers, welche einem anhaltenden Druck ausgesetzt sind, Geschwüre aus, welche bald um sich greifen und verhängnissvoll für das Leben der Thiere werden. Wir haben alle Sorgfalt angewendet, um diese Geschwüre theils zu heilen, theils überhaupt ihre Entstehung zu verhindern. Es gelingt leicht durch angemessene Lagerung des Thieres in einer Hängematte z. B. die Geschwüre an den Hinterfüssen zur Vernarbung zu bringen; denn sobald ein Körpertheil von dem schädlichen Druck durch Aufliegen befreit wird, geht Granulationsbildung und Heilung schnell vorwärts, allein bei jeder Art von Lagerung ist naturgemäss immer eine Anzahl von Hautstellen einem Druck unterworfen, und so erkaufte man meistens die Heilung einiger Geschwüre durch den Nachtheil, dass an anderen Hautstellen neue Geschwüre entstehen. Die Gewohnheit der Hunde, sich die Wunden zu lecken, welche förderlich ist für die Heilung der Rückenwunde, pflegt für die Geschwüre des Hinterkörpers nur nachtheilig zu sein. Da das Vorderthier selbstverständlich keine Empfindung mehr hat in den Geschwüren des Hinterkörpers, so haben die Thiere kein Interesse an der Schonung der Wunden. Sie lecken sich die Geschwüre blutig und fangen wohl gar an die blutigen Flächen mit den Zähnen zu bearbeiten. Wir waren gezwungen durch angemessene Fesselung solche Thiere an der Misshandlung ihrer Wunden zu verhindern. Kleine Hunde haben wir in Watte gehüllt und wie ein Wickelkind in ein Handtuch eingenäht, um sie nach Belieben lagern zu können. Diese durch die Behandlung der Geschwüre gebotene Fesselung und wechselnde Umlagerung des Körpers liessen sich die Thiere immer ruhig gefallen. Selbst Köter, die sich vorhin durch Bissigkeit und Ungeberdigkeit auszeichneten, fügten sich einige Zeit nach der Durchschneidung des Rückenmarks ohne Aeusserung des Unwillens in den einzwängenden Verband. Die Absonderung aus den verschiedenen Wunden bringt einen starken

Säfteverlust mit sich, welchen die Thiere durch gesteigerte Nahrungsaufnahme auszugleichen bestrebt sind. Aber trotzdem überwiegt in der Regel der Substanzverlust, und so magern die Thiere meistens zusehends ab. Manche von den Hunden starben offenbar in Folge des Säfteverlustes durch die mehr und mehr um sich greifenden Geschwüre. Andere gingen an der allgemeinen Schleimhautkrankheit, der sogenannten Staupe, zu Grunde, an welcher junge Hunde so oft sterben. Bei manchen liess sich eine besondere Todesursache nicht nachweisen. Sie verloren allmählich den Appetit, hatten langsam sinkende Bluttemperatur, wurden immer matter und kraftloser, bis man sie eines Tages todt vorfand. Einige operirte Hunde haben wir mehrere Monate am Leben erhalten können.

Die Mehrzahl dieser Thiere bot einige Tage nachdem sie sich von den ersten Folgen des blutigen Eingriffs erholt hatten, in ausgezeichneter Weise die Gelegenheit dar, die vom Lendentheil des Rückenmarks abhängigen Lebenserscheinungen zu untersuchen. Wir haben gefunden, dass eine ganze Zahl von Bewegungsvorgängen, die man mit dem Gehirn untrennbar verknüpft glaubte, in Wahrheit zunächst von im Lendenmark gelegenen Centren abhängt. Auf die bekannten oftmals beschriebenen Reflexbewegungen des Schwanzes und der hinteren Gliedmassen, wie sie nach Reizung der Haut des Hinterkörpers eintreten, brauche ich nicht einzugehen, sondern ich wende mich sofort zur Darstellung derjenigen Reflexerscheinungen, deren Nervenmechanismus bisher noch ungenau erforscht war.

In erster Linie beschäftigte uns der Vorgang der Erection. Als ich bei einem Hunde, dem ich, um den Einfluss des Rückenmarks auf die Darmbewegungen zu studiren, gelegentlich zum Zwecke der Reinigung mit einem Schwamm über die Bauchgegend und den Penis mehrmals gewischt hatte, bemerkte ich, dass die Ruthe steif geworden war. Man kann beim Hunde die Steifung der Ruthe sehr leicht durch Betastung des sogenannten Eichelbulbus wahrnehmen, welcher bei der Erection sehr stark strotzend anschwillt. Nachdem diese Beobachtung einmal gemacht war, war es leicht, sie methodisch auszunutzen. Es ergab sich, dass die Erection, nachdem sie durch die mechanische Reizung mit dem Schwamm angeregt war, eine Weile anhielt und sich dann wieder verlor. Statt der Anwendung des Schwammes kann man noch

sicherer und sehr schnell bei solchen Thieren Erection erzielen, wenn man die Vorhaut auf dem Penis einigemal sanft mit dem Finger hin- und herreibt. Mitunter sieht man gleichzeitig kräftige Streckbewegungen der Hinterbeine auftreten. Bei Thieren von sehr hoher Reflexerregbarkeit genügt es, zu beiden Seiten der Ruthe einen mässigen Druck auf den Bauch auszuüben, um sofort eine anhaltende Steifung der Ruthe hervorzubringen. Es scheint in diesen Fällen eine Erregung der Blase den Reiz zu bilden, welcher die Erection auslöst. Auch wenn man den Finger in den Mastdarm einführt und gegen die Blase hin auf die vordere Mastdarmwand drückt, entsteht Erection. Ja in manchen Fällen bildet eine bestimmte Haltung des Körpers einen genügenden Anlass, um eine kräftige Erection auszulösen. Man braucht dann nur das Thier an dem Vorderkörper emporzuheben, so dass die Hinterbeine herabhängen, und sofort stellt sich eine deutlich sichtbare Erection ein. Nicht selten endlich fanden wir bei unseren operirten Hunden ganz freiwillige Erection vor, während sie ruhig auf ihrem Lager dalagen, ohne dass sich ein Reiz hätte näher nachweisen lassen. Es schien, als wenn diese scheinbar freiwillige Erection in der Regel mit einer starken Füllung des Mastdarmes oder der Blase zusammenfiel. So wurde also durch sehr mannichfaltige Erfahrungen festgestellt, dass Hunde mit durchschnittenem Rückenmark Erectionen haben können, und dass es möglich ist, solche durch gewisse Reize von verschiedenen peripherischen Körpertheilen aus hervorzurufen. Es konnte nicht zweifelhaft sein, dass das reflectorische Centrum, welches bei diesen Vorgängen mitwirkt, in dem Lendenmark seinen Sitz haben muss. Streng bewiesen wurde dieser Schluss durch folgenden Versuch.

Einem Hunde, welchem mehrere Wochen vorher das Rückenmark durchtrennt war und bei dem nach sanfter Reibung der Vorhaut gegen die Eichel sofort unverkennbare Steifung der Ruthe eintrat, wurde nunmehr das Lendenmark von der noch offenen Rückenwunde aus mit einer dicken Sonde vollständig zerstört. Während dieser Operation machte natürlich das Vorderthier kaum eine Spur einer Schmerzensäusserung. Unmittelbar nach der Zermalmung des Lendenmarks wurde der Versuch gemacht, durch Reibung der Vorhaut Erection zu erzielen, aber jetzt ohne jeden Erfolg. Ebenso waren spätere ähnliche Versuche vergeblich. Die Fähigkeit zur Steifung der Ruthe blieb bis zum Tode des Thieres vollständig erloschen.

Die reflectorisch erregte Steifung der Ruthe kommt also bei diesen Thieren augenscheinlich so zu Stande, dass durch angemessene Reizung an der Peripherie gewisse sensible Nerven in Thätigkeit versetzt werden. Diese leiten ihre Erregung zum Lendenmark und dort wiederum wird die Thätigkeit der Erectionsnerven ausgelöst. Wie wir mit Hilfe unseres Reflexexperiments das Centralorgan für die Erection nachgewiesen haben, so könnte man auf ähnliche Weise dasselbe Experiment verwerthen, um die Nervenbahnen zu erforschen, welche bei der reflectorisch angeregten Steifung in Frage kommen. Der Reflex wird nämlich unmöglich werden, sobald man die betreffenden centripetalen oder centrifugalen Nerven durchschnitten hat. Wir haben indess dergleichen Versuche für überflüssig gehalten, weil der Verlauf der Erectionsnerven bereits von Eckhard auf anderem Wege ermittelt worden ist. Die centripetal leitenden Nerven, welche bei jenem Reflex mitwirken, sind offenbar die gewöhnlichen sensiblen Nerven der Organe, durch deren Reizung Erection hervorgerufen werden kann.

Der Satz, dass das Lendenmark das nächste Nervencentrum für die Steifung der Ruthe ist, findet noch auf einem anderen Wege eine Unterstützung. Wie dieses Centrum nämlich durch die vorher angegebenen Reize zur Thätigkeit angeregt werden kann, so ist es andererseits durch gewisse peripherische Reizungen möglich, jenes merkwürdige Centrum in seiner Thätigkeit zu hemmen oder zu lähmen. Die Beispiele, dass ein reflectorisches Centrum in seiner Thätigkeit durch gewisse Reize gehemmt werden kann, sind sehr zahlreich. In meinem Büchlein¹⁾ über die Functionen der Nervencentren des Frosches habe ich diese Frage ausführlich besprochen und einige besonders merkwürdige Fälle mitgetheilt: Wenn man z. B. die Baueingeweide eines Frosches mechanisch reizt, so steht in Folge eines Reflexes, welcher durch den Vagus vermittelt wird, das Herz in der Diastole still. Dieser sonst ganz regelmässig zu Stande kommende Reflex bleibt aber aus, sobald man gleichzeitig einen N. ischiad. des Frosches intensiv reizt. Das Herz wird in diesem Falle scheinbar zu beschleunigten Bewegungen gebracht durch die

---

1) Beiträge zur Lehre von den Functionen der Nervencentren des Frosches. Berlin 1869.

Reizung des N. ischiadicus. In Wahrheit handelt es sich aber nicht um eine reflectorische Anregung der Herzthätigkeit, sondern nur um die Unterdrückung einer sonst zu Stande kommenden reflectorischen Hemmung. Wenn die Hemmung einer Bewegung von anderer Seite her aufgehoben wird, so kommt eben wieder die entfesselte Bewegung zum Vorschein.

Der Nervenmechanismus, welcher die Steifung der Ruthe beeinflusst, scheint mir mancherlei Analogieen mit dem eben erläuterten Beispiel darzubieten. Ich theile die Ansicht Derer, welche die Beziehung der Nervi erigentes zum Penis vergleichen mit der Beziehung des Vagus zum Herzen oder mit der Beziehung der Chorda tympani zu den Gefässen der Glandula submaxillaris. In der Ruhe befinden sich die kleinen Arterien des Penis und vielleicht auch andere Gefässräume desselben in einem Zustande mittlerer Contraction, durch welche der Blutstrom in den Penisgefässen erhebliche Widerstände erfährt. Wahrscheinlich wird dieser Tonus der Gefässe des Penis unterhalten durch die Thätigkeit der kleinen Ganglien, welche Lovén¹⁾ am Penis nachgewiesen hat. Wenn nun die Nervi erigentes in Thätigkeit gerathen, so hat dies den Erfolg, dass die bis dahin tonisch zusammengezogenen Arterien des Penis erschlaffen. Sie erweitern sich alsbald unter dem vorhandenen Blutdruck und nach Beseitigung der bis dahin bestandenen Widerstände ergiesst sich das Blut überreichlich in die Maschenräume der Schwellkörper, diese strotzend zu füllen. Indem ich also geneigt bin mit Lovén die peripherischen Ganglien als die Centren des Gefässtonus im Penis zu betrachten, würden die Erectionsnerven bei ihrer Thätigkeit diese Ganglien gleichsam lähmen oder hemmen, wie man sich vorstellt, dass der Vagus bei seiner Thätigkeit die Ganglien des Herzens lähmt. In diesem Sinn aufgefasst ist demnach die reflectorische Steifung der Ruthe nach Reibung der Eichel zu vergleichen der reflectorischen Hemmung der Herzbewegung nach mechanischer Reizung des Magens, oder auch der reflectorischen Erweiterung der Gefässe in der Unterkieferdrüse nach Reizung der Mundschleimhaut. Auf Grund dieser Ueberlegungen erwartete ich, dass die reflectorische Erection des Penis würde unterdrückt

---

1) Arbeiten aus dem physiologischen Laboratorium zu Leipzig vom Jahre 1866, S. 20.

werden können durch intensive Reizung des N. ischiad., ähnlich wie beim Frosch die reflectorische Hemmung des Herzens unterdrückt werden kann. Meine Erwartung wurde nicht getäuscht.

Ich wählte einen Hund mit durchschnittenem Rückenmark, bei welchem die reflectorische Erection besonders leicht zu Stande kam. Dem Thiere wurden zwei nadelförmige Electroden durch die eine Hinterpfote gestochen, welche die Enden der secundären Spirale eines du Bois'schen Inductionsapparates bildeten. Hierauf leitete ich bei dem Hunde durch sanfte Reibung der Vorhaut auf dem Penis eine kräftige Erection ein; während ich nun den strotzend gefüllten Eichelbulbus zwischen den Fingern hielt, liess ich den Inductionsapparat bei stärkster Anordnung spielen. Sofort schwand der Eichelbulbus zwischen meinen Fingern zusammen, als wenn ich einen Schwamm ausgedrückt hätte. So lange die Reizung der Pfote währt, ist es nicht möglich, reflectorische Erection anzuregen. Erst eine Weile nach Unterbrechung der Reizung lässt sich wieder in alter Weise äusserst leicht reflectorische Erection einleiten. Nunmehr wurde der Nervus ischiadicus desjenigen Beines, welches die Electroden trug, aufgesucht und durchschnitten, und darauf der Versuch wie früher wiederholt. Wie zu erwarten war, konnte jetzt durch electriche Reizung der Pfote nicht mehr die Erection unterdrückt werden, weil eben die Nervenleitung zwischen Pfote und Rückenmark aufgehoben war.

Jeder Gedanke an Fehlerquellen durch Stromschleifen ist damit ausgeschlossen. Uebrigens lässt sich die Unterdrückung der Erection ebenso gut demonstrieren durch mechanische Reizung. Legt man z. B. die Hinterpfote eines Hundes mit durchschnittenem Rückenmark in eine sogenannte Schlauchklemme, wie sie zur Zusammenpressung von Kautschukröhren verwandt werden, und zieht man die Schrauben der Klemme an, während gerade eine Erection besteht, so schwindet diese augenblicklich, und andererseits lässt sich, so lange die Klemme fest zugezogen ist, keine neue Erection erzielen. Bei manchen Hunden liess sich die Erection leicht unterdrücken. Es genügte ein mässiger Druck mit den Fingern auf die Pfote, um die Erection aufzuheben. Der Druck, welcher den erwünschten Erfolg hatte, konnte mitunter so gering bemessen werden, dass er, an dem Vorderkörper angebracht, keine Schmerzäusserung veranlasst hätte, sondern nur geeignet war eine Druckempfindung zu erregen. Besondere Erwähnung verdient ein Fall, welchen Dr. Freusberg beobachtete. Er betraf einen Hund mit durchtrenntem Mark, welcher Erection bekam, sobald man ihn an dem Vorderkörper festhielt, dass die Hinterbeine frei in der Luft herabhingen. Durch ganz sanftes Zusammendrücken der einen Hinterpfote zwischen den

Fingern konnte die Erection zum Schwinden gebracht werden, kehrte aber alsbald, sowie der Druck nachliess, freiwillig wieder, offenbar weil der anzunehmende unbekannte Reiz (Füllung der Blase?) inzwischen fortbestand.

Ebenso wie von der Pfote aus, so kann von allen übrigen Hautstellen des Hinterkörpers aus die reflectorische Erection des Penis unterdrückt werden. Bemerkenswerth ist, dass durch electrische Reizung der Vorhaut z. B. ebenfalls die Hemmung der Erection bewirkt werden kann. Dasselbe gilt für die Haut des Hodensacks und die der Aftergegend.

Auf Grund der geschilderten Thatsachen sind wir gedrängt anzunehmen, dass die centripetal leitenden Nervenbahnen, welche die Hautstellen des Hinterkörpers mit dem isolirten Lendenmark verknüpfen, sämmtlich irgendwie mit dem Centrum der Erection in Verbindung treten müssen, da sie ja sonst nicht störend in den Ablauf des Reflexes der Erection eingreifen könnten.

Nach dem, was ich über die Unterdrückung der Erection mitgetheilt habe, werden nun einige Angaben leicht verständlich werden. Unmittelbar nach der Durchschneidung des Rückenmarks gelingt es fast nie eine reflectorische Erection zu Stande zu bringen. In der Regel vergehen ein oder mehrere Tage, bevor sich diese merkwürdige Reflexerscheinung beobachten lässt. Erwägt man, welch' eine furchtbare Operation die Durchschneidung des Rückenmarks ist, so kann es uns nicht weiter wundern, dass dadurch für einige Zeit eine Reflexerscheinung unterdrückt wird, welche notorisch schon durch eine im Vergleich zu jenem Eingriff milde sensible Erregung gehemmt werden kann. Wie viele sensible Theile werden bei der Durchschneidung zerquetscht und für eine gewisse Dauer in einen entzündlichen Reizungszustand versetzt! Wahrscheinlich wird auch das Erectionscentrum im Lendenmark direct durch die Operation so erschüttert, dass es für einige Zeit functionsunfähig wird.

Auch in der späteren Zeit, wenn die Erection sich reflectorisch leicht anregen lässt, kommen nicht selten einzelne Tage vor, an welchen dieser Reflex vollständig im Stiche lässt. Manchmal lässt sich dann wohl der sensible Reiz, welcher die Unterdrückung veranlasste, ermitteln. In vielen Fällen aber sucht man vergebens nach der eigentlichen Ursache der Hemmung der Reflexerregbarkeit. Es sind dann eben innere Zustände, die sich

der Beobachtung entziehen, vielleicht Störungen der Ernährung, welche die Reflexerregbarkeit herabsetzen.

Eine Erfahrung von Eckhard wird nun auch leicht verständlich. Dieser Forscher weiss ebenso wie frühere Beobachter, dass man bei unversehrten Hunden durch mechanische Reibung oftmals Erection erzeugen kann; aber er verschmäht es, diesen Reflex zur Erforschung des Erectionscentrums zu verwerthen, weil diese Reflexerscheinung zu unregelmässig zu Stande komme. Es ist nun sehr natürlich, dass bei einem unversehrten Hunde die Unterdrückung jenes Reflexes noch viel leichter sich ereignet, als an dem isolirten Hinterkörper, weil ja selbstverständlich auch vom Vorderkörper aus das Erectionscentrum in seiner Thätigkeit gehemmt werden kann. Ein unversehrter Hund, mit dem man sich in so eigenthümlicher Weise beschäftigt, steht natürlich oftmals gleichzeitig unter dem Einfluss sehr abweichender Erregungen, zumal der höheren Sinnesnerven, er geräth in Unruhe und dies reicht hin, um das Zustandekommen der reflectorischen Erection zu hemmen.

Wenn es möglich ist, vom Vorderkörper aus das Zustandekommen der Erection zu hemmen, so steht es andererseits nicht weniger fest, dass vom Vorderkörper aus Erectionen angeregt werden können. Man denke an den Fall, dass ein männliches Thier ein brünstiges Weibchen erblickt, riecht, oder dessen Lockruf hört. Es werden leicht Erectionen zu Stande kommen, die in diesem Fall veranlasst sind durch eine Erregung der höheren Sinnesnerven. Die Erregung dieser, z. B. der Geruchsnerven, wird dann fortgeleitet zum Gehirn, und von diesem aus wird durch Vermittelung von Nervenbahnen, die innerhalb des Rückenmarks nach abwärts steigen, das Erectionscentrum im Lendenmark in Thätigkeit versetzt. Bekannt ist ferner, dass die Beschäftigung der Phantasie mit schlüpfrigen Bildern leicht Erection mit sich bringt. Auch in diesem Fall geht die Anregung der Erection vom Gehirn aus, und das Gehirn kann selbstverständlich auf die Organe der Erection nicht anders wirken, als dass es mit diesen durch Nervenbahnen verknüpft ist. Diese Nervenbahnen werden wir eben im Verlauf des Rückenmarks suchen müssen. Wie wir uns diese Nervenbahnen vorzustellen haben, ob es einfache faserartige Verbindungen zwischen Hirn und Lendenmark sind, oder ob es viel verwickeltere, durch Ganglienzellen

unterbrochene Nervenwege sind, lässt sich natürlich nicht feststellen. Jedenfalls aber müssen im ganzen Verlauf des Rückenmarks Nervenbahnen bestehen, welche mit dem Erectionscentrum im Lendenmark zusammenhängen und dieses zur Thätigkeit anregen können. Es kann nun auch nicht weiter auffallen, dass diese Nervenbahnen den üblichen Reizen zugänglich sind. Man theilt in der Pathologie zahlreiche Fälle von Rückenmarksverletzungen und Hirnverletzungen mit, welche mit anhaltender Erection verbunden waren. In der Mehrzahl dieser Fälle handelte es sich meiner Ansicht nach um eine Reizung der oben erwähnten Nervenverbindungen, welche zum Erectionscentrum ziehen. Bekannt ist, dass bei Erdrosselten und Erhängten oft Erection und Samenerguss beobachtet wurden. Man hat diese Thatsache ableiten wollen von einer Verletzung des Halsmarks oder des verlängerten Marks. Diese Erklärung kann richtig sein. Vielleicht aber wirkt auch das chemisch veränderte, plötzlich kohlensäurereich gewordene Blut direct auf das Erectionscentrum ein. Schon in der älteren Literatur finde ich Angaben, dass einzelne Beobachter nach Reizung der grossen Nervencentren Erection erzielten. Segalas¹⁾ sah bei geköpften Meerschweinchen Erection und Samenausspritzung entstehen, wenn er von oben nach unten ein Stilet ins Rückenmark stiess. Budge²⁾ bemerkte bei Kaninchen nach electrischer Reizung der pedunculi cerebri ebenfalls Erection und Samenerguss. In gründlicher Weise wurde neuerdings diese Frage von Eckhard bearbeitet, wie schon im Eingange dieser Abhandlung erwähnt ist. Auch ich kann bestätigen, dass nach directer Reizung des Rückenmarks mit Inductionsströmen sehr häufig Erection eintritt. Solche Reizungen sind aber nicht geeignet, den Sitz und die Ausdehnung eines Nervencentrums zu ermitteln. Man bleibt nämlich in jedem Fall im Unklaren darüber, was man gereizt hat, ob etwa einen centripetalen Nervenzug, der zu einem Centrum führt, oder das Centrum selbst, oder endlich centrifugale Nervenbahnen, die von dem Centrum zu den ausführenden Organen gehen. In allen drei Fällen kann das Endresultat das Gleiche sein.

---

1) Untersuchungen zur Physiologie u. Pathologie von Friedrich u. Hermann Nasse. Bonn 1835, S. 270.

2) Zeitschrift f. rationelle Medicin v. Henle u. Pfeufer. 3. Reihe Bd. XXI, S. 178.

Wir haben unsere gemeinschaftlichen Versuche durchweg an Hunden angestellt. Es war wahrscheinlich, dass ähnliche Versuche an anderen Säugethieren im Wesentlichen zu demselben Ergebniss führen würden. In der That ist es nun auch Herrn Dr. Freusberg gelungen, durch analoge Versuche an Kaninchen festzustellen, dass auch bei diesem Thier das nächste Centrum für die Erection im Lendenmark gelegen ist. Diese Thiere eignen sich aber im Allgemeinen weniger als Hunde zu derartigen Versuchen, weil sie in der Regel schon nach wenigen Tagen zu Grunde gehen.

Wenn man durch Reibung der Vorhaut auf der Ruthe bei einem Hunde mit durchschnittenem Rückenmark eine kräftige Erection und eigenthümliche Streckbewegungen der Hinterbeine hervorrufen kann, so ist auch vorauszusehen, dass man durch hinreichend lange Fortsetzung einer derartigen Reizung selbst eine Samenergiessung reflectorisch zu Stande bringen wird. Wir durften uns einen derartigen wissenschaftlich zwar interessanten aber in der Ausführung widerlichen Versuch ersparen, weil derselbe merkwürdiger Weise schon mit Erfolg angestellt ist. Brachet berichtet nämlich folgenden Versuch, dessen Beschreibung ich wörtlich hersetze ¹⁾.

„Sur un chat de dix mois je fis la section de la moëlle spinale dans la region lombaire. Comme la paralysie du train de derrière mettait cet animal dans l'impossibilité d'exécuter les manoeuvres du coit, j'y fis suppléer par une sorte de masturbation. Il fallut plus de temps, mais elle finit par déterminer une éjaculation. Vingt-quatre heures après, je fis répéter la même manoeuvre, et une nouvelle éjaculation eut lieu; je la fis encore répéter le lendemain avec le même résultat.“

Es ist wohl selten ein an sich so wichtiger Versuch so schlecht verwerthet worden, wie diese Beobachtung von Brachet. Weder erwähnt er mit einer Silbe der Erection, die offenbar der Ejaculatio seminis voranging, noch hat er eine Ahnung davon, dass es sich bei seinem Versuch um einen Reflex handeln könnte, der durch das Lendenmark vermittelt wird. Er benutzt vielmehr diese Beobachtung lediglich, um zu behaupten, dass die Hoden-thätigkeit von dem Gangliensystem abhängt!

1) Brachet, Recherches expérimentales sur les fonctions du système nerveux ganglionaire. Deuxième édition. Paris 1839. pag. 290.

Während Brachet ein brauchbares Experiment anstellte, aber falsch verwerthete, hat der ihm an Geistesschärfe weit überlegene Engländer Marshall Hall treffliche Gedankenarbeit geliefert, aber zu wenig experimentirt. Marshall Hall¹⁾ spricht es klar aus: „dass der Act der Zeugung vom unteren Theile des Rückenmarks abhängig ist und zu den Reflexerscheinungen gehört.“ Hall hat keinen Versuch angestellt, um diesen Satz zu beweisen. Dafür hat er uns aber eine Krankheitsgeschichte überliefert, aus welcher deutlich hervorgeht, dass auch beim Menschen das reflectorische Centrum der Erection im Rückenmark gelegen ist (a. a. O. S. 65). Ein Mann, der von einem hohen Baum herabfiel, erlitt, wie die Section später ergab, eine Verletzung des Halsmarkes. Er blieb nach diesem Unfall in der unteren Hälfte des Körpers vollständig der Empfindung beraubt, und der Wille hatte nicht den geringsten Einfluss auf die empfindungslosen Theile. Wenn nun bei diesem Kranken wegen einer Harnverhaltung der Katheter eingeführt wurde, so gerieth der Penis in einen vollkommenen Erectionszustand. Gleichzeitig wurden die Schenkel angezogen und eine hüpfende Bewegung ihrer Muskeln fiel dabei in die Augen.“ Man weiss nicht, ob man diesem Fall einen andern zur Seite stellen darf, der von Brachet (*Recherches etc.* S. 280) mitgetheilt ist und etwas zu unglaublich klingt. Ein ehemaliger Soldat mit vollständiger Lähmung und Empfindungslosigkeit des Unterkörpers hatte nicht blos Erectionen, sondern zeugte sogar in seinem traurigen Zustande zwei Kinder!

Ich selbst hatte Gelegenheit in der Klinik meines Freundes Leyden hierselbst einen hierher gehörigen Fall zu sehen. Er betrifft einen Knaben, bei welchem in Folge kyphotischer Verkrümmung der Wirbelsäule das Rückenmark an einer Stelle derartig zusammengedrückt ist, dass die Leitung durch diese Stelle fast vollständig aufgehoben ist. Der Penis dieses Knaben befindet sich andauernd in dem Zustand einer unvollkommenen Steifung. Wird nun die Haut an der Innenfläche des Oberschenkels etwas zusammengedrückt, so richtet sich die Ruthe vollständig empor und verbleibt eine Zeit lang in diesem Zustand, um

---

1) Marshall Hall's Abhandlungen über das Nervensystem. Aus dem Englischen von Kürschner. Marburg 1840, S. 36, 39, 74.

dann allmählich wieder abzuschwellen. Offenbar handelt es sich auch hier um einen Reflex, der durch das Rückenmark vermittelt wird.

Am Schlusse dieses Abschnittes angelangt, will ich noch auf die merkwürdige Analogie aufmerksam machen, welche zwischen den Begattungsvorrichtungen der Säugethiere und des Frosches besteht. Der Frosch hat bekanntlich keine äusseren Geschlechtstheile. Er vollzieht die Begattung, indem er das Weibchen dauernd mit den Armen umklammert hält. In meinem oben citirten Buche (S. 29) habe ich nachgewiesen, dass dieser Umarmungskrampf reflectorisch ist, und dass derselbe vermittelt wird durch ein Nervencentrum, welches innerhalb der oberen Wirbel im Rückenmark gelegen ist. Wird der Frosch während der Brunstzeit mit Hülfe der Sinnesnerven ein Weibchen gewahr, so besteigt und umarmt er es. Während der ganzen Dauer des Begattungsactes, welcher beim Frosch eine Reihe von Tagen einnimmt, wird der Umarmungskrampf immer von Neuem verstärkt durch den Druck und die Reibung, welche die Brusthaut des Männchens durch den Körper des Weibchens erfährt. Zergliedern wir den ganzen Hergang, so haben wir zu unterscheiden das Centrum, in welchem die geschlechtliche Erregung zu Stande kommt, das Organ des Geschlechtstriebes, und andererseits das mechanisch reflectorische Centrum, welches der Ausführung des Begattungsactes vorsteht. Das erstere, d. h. das Centralorgan des Geschlechtstriebes, hat seinen Sitz in den Hemisphären des Grosshirns; denn ein des Grosshirns beraubter Frosch sucht niemals mehr ein brünstiges Weibchen auf, obwohl er die Fähigkeit, die höheren Sinneswerkzeuge zu gebrauchen, keineswegs verloren hat. Das reflectorische mechanische Nervencentrum für die Ausführung der Begattung liegt, wie bereits bemerkt, im oberen Abschnitt des Rückenmarks. Dieses letztere kann durch das Centrum des Geschlechtstriebes das Grosshirn zur Thätigkeit angeregt werden. Andererseits kann es von vielen sensiblen Partien des Körpers aus in seiner Thätigkeit gehemmt werden. Bei den Säugethieren finden wir im Wesentlichen analoge Einrichtungen. Auch bei diesen dürfen wir das Grosshirn als das Organ ansprechen, in welchem die Empfindungen der geschlechtlichen Erregung zu Stande kommen. Mit diesem höheren Centrum ist durch intercentrale Nervenbahnen ein niederes mechanisches reflectorisches Centrum verbunden, das seinen Sitz im Lendenmark

hat und der Ausführung des Begattungsactes dient. Wie dieses Centrum in seiner Thätigkeit ähnlich dem Umarmungscentrum des Frosches bald zur Thätigkeit angeregt, bald gehemmt werden kann, ist ausführlich geschildert worden.

2. Das Lendenmark ist reflectorisches Centrum für die Entleerung der Harnblase.

Es gilt den Meisten für ausgemacht, dass das Centrum für die Entleerung der Blase im Gehirn gelegen ist, und zwar nimmt man an, dass die Entleerung der Blase ein willkürlicher Act ist. Als entscheidenden Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung führt man die Thatsache an, dass bei Thieren und Menschen nach vollständiger Durchschneidung des Rückenmarks Harnverhaltung eintritt.

Auch diese Behauptung beruht auf unzureichender Beobachtung. Wir haben an fast allen von unseren Hunden die Erfahrung gemacht, dass die Thiere einige Tage nach der Durchtrennung des Rückenmarks keinesweges an Harnverhaltung litten, sondern regelmässig in gewissen Zeiträumen den Harn in grosser Menge auf ein Mal entleerten. Nachdem dies erst festgestellt war, konnten wir nicht mehr im Zweifel sein, dass wir es auch hier mit einem Reflexact zu thun hatten, dessen Centrum das Lendenmark sein müsse. Es galt nun die sensiblen Reize ausfindig zu machen, welche die Entleerung der Blase anregen. Man wird von vornherein vermuthen, dass die Dehnung der Blase durch den angesammelten Harn den wichtigsten Reiz bildet, welcher durch Vermittelung der sensiblen Nerven der Blase im Lendenmark die Zusammenziehung der Blase reflectorisch anregt. Ist die Blase in der That stark ausgedehnt, so tritt entweder bei den Hunden mit durchschnittenem Rückenmark plötzlich die Harnentleerung von selbst ein, oder es bedarf dann nur der Mitwirkung eines kleinen Nebenumstandes, um jenen Reflex zu Stande zu bringen. Hebt man z. B. das Thier, welches gerade eine gefüllte Blase hat, an den Vorderbeinen es haltend, von seinem Lager auf, so geht plötzlich die Harnentleerung los. Dass es sich dabei nicht etwa um einen passiven Vorgang, sondern um ein regelrechtes Harnen handelt, das verbürgt der ganze Charakter des Herganges. Der Hund pisst in weitem Strahle und spritzt nachher einzelne Por-

tionen Harn mit rhythmischer Verstärkung des Strahles durch Zusammenziehung der musculi bulbo-cavernosi ab. Die ganze Art und Weise des Harnens ist manchmal durchaus dieselbe, wie wenn ein Hund freiwillig gegen einen Eckstein pisst. Wird, während die Harnschneller sich rhythmisch zusammenziehen, plötzlich ein starker Reiz auf die Haut der hinteren Gliedmassen ausgeübt, so wird die Thätigkeit jener Muskeln oftmals sofort gehemmt. Auch hier treffen wir also wieder auf den Fall, dass ein reflectorisch thätiges Centralorgan oft eine Unterbrechung in seiner Thätigkeit erfährt durch Reizung sensibler Nerven. Wenn die Blase weniger ausgedehnt ist, oder das Thier von geringerer Reflexerregbarkeit ist, so bedarf es stärkerer Reize, um das Harnlassen in Gang zu bringen. In vielen Fällen führte folgendes Verfahren zum Ziel. Das Thier wurde mit angemessener Unterstützung der Hinterbeine, wobei jeder Druck auf den Bauch vermieden wurde, auf die vier Füße gestellt. Dann wurde ein mässiger Druck mit einer Hand auf die untere Bauchgegend ausgeübt und so rein mechanisch eine Portion Harn ausgedrückt. Dies genügt oft zur Einleitung des Harnlassens, denn wenn man nun die Hände ganz entfernt und den Bauch vollständig frei lässt, so pisst der Hund von selbst unter rhythmischer Mitwirkung der Harnschneller den Rest des vorrätigen Harns aus. In diesem Fall bildet offenbar die mechanische Erregung der Blasensubstanz von aussen her den Reiz, welcher den Reflex auslöst. Manche Hunde harnen sofort, wenn man die Vorhaut berührt oder drückt. Am merkwürdigsten ist der nachfolgende Versuch, welcher am überzeugendsten die reflectorische Natur des Harnlassens bei den von uns operirten Hunden darthut.

Bei Gelegenheit der Reinigung eines Thieres wurde entdeckt, dass, so wie man dem Thiere mit dem feuchten Schwamm über die Aftergegend fuhr, sofort einige kräftige rhythmische Harnausspritzungen erfolgten. Nachher haben wir diesen Versuch oftmals wiederholt und bei einer Anzahl von Thieren beiderlei Geschlechtes aufs Ueberraschendste bestätigt gefunden. Es bedarf bei den Thieren, bei welchen dieser Versuch gelingt, nur eines ganz leichten Kitzels der Aftergegend, um eine kräftige Harnentleerung in Gang zu bringen.

Da bei diesem Versuch von einer grob mechanischen Begünstigung der Blasenentleerung nicht die Rede sein kann, so lehrt er eben am durchsichtigsten, dass bei einem Hunde mit durchschnittenem Mark durch reinen Nervenreflex Harnentleerung

zu Stande kommen kann. Das Centrum für diesen Reflex ist augenscheinlich das Lendenmark. Zerstört man das isolirte Lendenmark mit der Sonde, so tritt sofort Harnträufeln ein und jede reflectorische Einwirkung auf die Blase ist für immer unmöglich geworden.

Es muss zugegeben werden, dass die reflectorische Entleerung der Blase sich bei unseren Hunden durchaus nicht so regelmässig und leicht zeigen liess, wie die reflectorische Steifung der Ruthe und andere Reflexe. Bei manchen Thieren konnten wir die reflectorische Entleerung der Blase erst eine Reihe von Tagen nach der Operation wahrnehmen. Bei einzelnen Hunden liess sie sich überhaupt nur selten beobachten. Diese Umstände erklären es wohl, wesshalb die oben geschilderten Erscheinungen fast allen früheren Beobachtern unbekannt waren. Nach meiner Kenntniss der Literatur des Gegenstandes scheint Gianuzzi¹⁾ allein richtig beobachtet zu haben, dass Thiere mit durchschnittenem Mark noch von selbst Harn lassen können, und er führt auch zutreffend aus, dass es sich dabei um einen Reflex handeln müsste, dessen Centrum das Lendenmark ist. Versuche, diesen Reflex näher zu demonstrieren, hat er nicht gemacht. Unter den deutschen Forschern hat Budge bekanntlich sehr umfassende gründliche Untersuchungen über die Innervation der Blase angestellt. Budge hält aber fest an der Vorstellung, dass die Entleerung der Blase nur unter Mitwirkung des Gehirns besorgt wird. Die Erfahrungen der Pathologie lehren übrigens, dass auch bei Menschen mit Aufhebung der Leitung im Rückenmark der Harn noch von selbst entleert werden kann.

Ollivier²⁾ erzählt den Fall, dass ein rückenmarkskranker Mann sich Nachts ein Band um den Penis legte, um den unwillkürlichen Abfluss des Harns zu hindern. Fragt man, weshalb denn aber so regelmässig nach Rückenmarksverletzungen vollständige Harnverhaltung folgt, so möchte ich antworten, „weil die Verletzung meist mit einer Erschütterung des Lendenmarks

---

1) Gianuzzi, Della tonicita degli sfinteri dellano e della vessica uninaría e del modo col quale si produce. Ricerche eseguite nel gabinetto di fisiologica della R. universita di Siena. Anno 1868—69. Rivista scientifica Anno I, Fasc. I, Siena 1869.

2) Angeführt bei Fr. u. H. Nasse, Untersuchungen zur Physiologie u. Pathologie. Bd. I, S. 267.

verbunden ist“. Im Anfang ist also das Lendenmark wie bei unseren Hunden nicht im Stande, reflectorisch zu functioniren und die Entleerung der Blase mittelst des Katheters geboten. Später bleibt dann die Anwendung des Katheters in Uebung, weil man annimmt, dass sich in der Innervation der Blase inzwischen nichts geändert hat.

Die Erfahrungen von Gianuzzi und die unsrigen lehren also übereinstimmend, dass nach Trennung des Brustmarks noch reflectorisch durch Vermittelung des Lendenmarks Harnentleerung zu Stande kommen kann. Es scheint indess nicht ganz leicht, diese Thatsache zu verwerthen, um sich eine richtige Vorstellung über den Hergang des Harnlassens beim unversehrten Thier und Menschen zu machen. Dass der unversehrte Mensch im Besitz desselben Reflexmechanismus sein muss, wie das Thier mit verstümmeltem Mark, scheint selbstverständlich, und es wird also auch nicht zu bezweifeln sein, dass beim Menschen rein reflectorisch durch Vermittelung des Lendenmarks Harnentleerung eintreten kann. Ich glaube, dass, wenn Kinder schlafend ins Bett harnen, ein solcher reiner Reflexact vorliegt. Schwieriger ist die Frage, wie der Nervenmechanismus beim Harnen des wachen Menschen zu denken ist. Budge ¹⁾ glaubt, dass die Muskulatur der Blase dem Willen gehorcht. Er drückt sich höchst entschieden so aus: „Dass willkürlich zu jeder Zeit die Blase zusammengezogen werden kann, selbst wenn eben erst der Urin entleert wurde, darüber kann nicht der mindeste Zweifel obwalten, das Gefühl ist zu deutlich.“ Ich muss bekennen, dass ich trotz Budge's Versicherung sehr starken Zweifel hege, ob wir die Muskulatur unserer Blase wirklich unmittelbar willkürlich in Thätigkeit versetzen können. Es will mir scheinen, als wenn wir dann, wenn wir glauben willkürlich Harn zu lassen, lediglich die Sphincteren der Harnröhre entspannen und die Bauchpresse in Thätigkeit versetzen. Der Einfluss des Willens auf die Blase scheint mir nur ein mittelbarer, indem die willkürlich zusammengezogenen Bauchmuskeln von aussen her auf die Blase kräftiger drücken und diese reflectorisch zur Thätigkeit anregen, ähnlich wie beim Hunde mit durchschnittenem Mark durch einen mit

---

1) Henle u. Pfeufer, Zeitschrift für rationelle Medicin. Reihe, Bd. 23, S. 90.

der Hand auf den Bauch ausgeübten Druck Harnentleerung einzuleiten möglich ist. Ich möchte mir also den Mechanismus der Harnblase im wachen Zustande etwa so vorstellen: Indem die Harnblase allmählich durch den angesammelten Harn ausgedehnt wird, entsteht eine Reizung der sensiblen Nerven der Blase, durch welche reflectorisch eine Bewegung der Blasenmuskeln angeregt wird. Sobald in Folge der Zusammenziehung der Blase die ersten Tropfen in die Harnröhre treten, verspüren wir den ersten Drang zum Harnlassen. Wir haben nun die Wahl, entweder der reflectorischen Harnentleerung freie Bahn zu lassen, oder durch willkürliche Steigerung der Thätigkeit des Sphincter urethrae den weiteren Austritt von Harn in die Harnröhre zu hindern. Passt es uns den Harn zu lassen, so können wir den Erfolg der Thätigkeit der Blasenmuskeln durch willkürlich gesteigerte Anstrengung der Bauchpresse begünstigen. Ist uns dagegen die reflectorische Entleerung unbequem, so vermögen wir durch angestrengte Zusammenziehung der Sphincter urethrae so lange der Thätigkeit der Blase entgegenzuarbeiten, bis die Blasenmuskeln ermüden. Nach einiger Zeit erfolgt unter vermehrter Reizung und Dehnung der Blase ein erneuter reflectorischer Anfall der Blasen zusammenziehung. Der kräftige Sphincter des Erwachsenen kann auch diesen noch besiegen. Der verhältnissmässig schwache Sphincter der Kinder vermag es oft nicht und diese harnen dann unfreiwillig. Ob meine Erklärung durchweg hinreichend ist, lasse ich dahingestellt; jedenfalls glaube ich, dass in Zukunft dem reflectorischen Moment bei der Harnentleerung mehr Antheil zugesprochen werden muss, als es bisher geschehen ist. Wenn ich geläugnet habe, dass der Wille einen unmittelbaren Einfluss habe auf die Bewegung der Blase, so will ich damit selbstverständlich nicht etwa jeden Einfluss des Hirns auf die Blasenbewegung verneinen. Dass unwillkürliche, also reflectorische, Harnentleerung auch vom Hirn aus angeregt werden kann, halte ich für vollständig gesichert. Wenn ein Kind z. B. durch eine Erregung der höheren Sinnesnerven in Angst oder Schrecken versetzt, plötzlich Harn lässt, so handelt es sich da offenbar um einen Reflex, dessen Bahn durch das Gehirn gehen muss. Dieser meiner Ansicht nach unwillkürliche Einfluss des Gehirns auf die Bewegungen der Blase setzt natürlich das Bestehen von Nervenbahnen voraus, welche das Gehirn mit dem reflectorischen Centrum

im Lendenmark verknüpfen. Wie diese Nervenbahnen durch reflectorische Erregung vom Gehirn her angeregt werden können, so ist es andererseits auch möglich, sie durch directe Reizung der Substanz des Gehirns und Rückenmarks in Thätigkeit zu versetzen. Es kann daher nicht auffallen, dass Budge und Andere nach directer Reizung verschiedener Abschnitte des Hirns und Rückenmarks Bewegungen der Blase beobachtet haben. Die Analogieen zwischen dem centralen Nervenmechanismus für die Erektion und demjenigen für die Entleerung der Blase liegen auf der Hand. Beide Functionen werden in erster Linie beherrscht durch reflectorische Centren, welche im Lendenmark gelegen sind.

Diese reflectorischen Centren stehen aber in Verbindung mit dem Gehirn und können von diesem aus Anregung empfangen.

3. Das Lendenmark ist Centrum für die Bewegungen des Afterschliessers.

Schon Marshall Hall¹⁾ wusste bekanntlich, dass die reflectorischen Zusammenziehungen des Afterschliessmuskels von dem unteren Theile des Rückenmarks abhängen. Er beschreibt, dass der Sphincter ani sich lebhaft zusammenzieht, wenn man den After eines betäubten Pferdes mit einem Strohhalme kitzelt. Diese Reflexbewegungen hören aber auf, sobald man den untersten Theil des Rückenmarks zerstört hat. In neuerer Zeit haben Gianuzzi und Masius²⁾ sorgfältige Untersuchungen über die Innervation des Sphincter ani angestellt und den Abschnitt des Rückenmarks, welcher das Centrum für die Bewegungen des Afterschliessers bildet, genauer umgrenzt. In den Schriften dieser Forscher vermisse ich aber jede Angabe über eine sehr merkwürdige Erscheinung, die man ganz regelmässig am Afterschliesser jedes Hundes wahrnehmen kann, welchem man zuvor das Brustmark an der Grenze des Lendenmarks durchgeschnitten hat. Führt man nämlich bei einem solchen Thier den Finger durch den After in den Mastdarm ein, so fühlt man nicht etwa eine gleichmässige tonische Zusammenziehung des Afters, sondern der Schliess-

1) Marshall Hall's Abhandlungen, herausgegeben von Kürschner. Marburg 1840, S. 8, 14, 38, 63, 94.

2) Recherches expérimentales sur l'innervation des sphincters de l'anus et de la vessie. Bulletin de l'académie de Belgique 1868. T. XXV. p. 491.

muskel zieht sich regelmässig rhythmisch zusammen, so dass der Finger abwechselnd kräftig eingeschnürt und wieder freigelassen wird. Die Zahl dieser sonderbaren Afterpulse beträgt in der Regel zwischen zwanzig und fünfundzwanzig in der Minute. Ich habe diese merkwürdige Reflexerscheinung bei keinem einzigen der von uns operirten Hunden ganz vermisst. Meistens ist dieser Reflex schon unmittelbar nach der Operation wahrzunehmen. Dieselben rhythmischen Bewegungen sieht man auch, wenn bei der Kothentleerung ein Ballen den After passirt. Es bedarf nun, um diese regelmässigen Zusammenziehungen des Afterschliessers anzuregen, nicht etwa der Einführung eines dicken Körpers. Oftmals sieht man sie, wenn ein dünnes Thermometer in den After gesteckt wird. Der Leser wird, nachdem er den Inhalt der beiden ersten Abschnitte kennen gelernt hat, bereits richtig errathen, dass auch dieser merkwürdige Reflex in seinem Zustandekommen gehemmt wird, wenn man gleichzeitig eine intensive Reizung eines sensiblen Nerven des Hinterkörpers vornimmt. Reizt man z. B. die eine Hinterpfote mit starken Inductionsschlägen und führt während derselben den Finger in den After ein, so fühlt man keine oder nur eine unbedeutende Umschnürung. Unterbricht man nun, immer den Finger im Mastdarm haltend, die Thätigkeit des Inductionsapparats, so fühlt man bald nach der Unterbrechung plötzlich eine starke Einschnürung des Fingers, an welche sich in regelmässigem Tempo eine ganze Reihe anderer anschliessen. Wir haben diese wunderliche Erscheinung einmal registriert. Zu dem Ende wurde in den After ein hohler Kautschukcylinder ¹⁾ eingeführt, dessen blindes Ende in den Mastdarm hineinragte, während der offene über eine Glasröhre gezogen war. Die Glasröhre wurde darauf in Verbindung gesetzt mit dem Rohr eines Marey'schen Cardiographen. So oft sich der Aftermuskel zusammenzieht, wird die Luft aus dem Kautschukcylinder verdrängt, die Trommel des Cardiographen bläht sich auf und der Hebel zeichnet auf dem geschwärzten Cylinder des Kymographion eine Hebung der Curve. Während der Diastole des Afters sinkt der Hebel. Wird nun plötzlich die eine Hinterpfote des Hundes mit Inductionsschlägen gereizt, so wird die

1) Eine Tropfpipette, wie sie die Chemiker brauchen, [kann dazu verwendet werden.

Zeichnung des Afterpulses unterbrochen und der Hebel zeichnet eine horizontale Abscisse. Nach Aufhebung der Reizung kehren die Afterpulse wieder, und zwar sind sie zunächst höher als vor der Reizung. Ein scherzhafter Vergleich zwischen diesen rhythmischen Zusammenziehungen des Afters und dem Herzschlag liegt nahe. Wie Reizung des Vagus das Herz in Diastole zur Ruhe bringt, so wird eine Hemmung hier durch Reizung centripetaler Nerven zu Stande gebracht. Neben der scherzhaften Seite lassen aber diese Vergleiche auch eine sehr ernsthafte Nutzenanwendung zu. Man hat bekanntlich gegen die Hypothese, dass der in der Substanz der Herzwandungen enthaltene Gewebssaft den Reiz enthalten könne, welcher das Herz zu seinen Bewegungen anregt, eingewandt, dass dieser Reiz ja ein dauernder sei und also keine rhythmische Bewegung auslösen könne. In unserem Falle sehen wir nun ganz klar, dass ein gleichmässiger unveränderlicher Reiz doch rhythmische Bewegungen anregt. Der in den Mastdarm eingeführte Finger wird ganz ruhig gehalten, der Reiz, welchen der Finger gegen die Mastdarmschleimhaut ausübt, ist also ein andauernder, aber die reflectorischen Zusammenziehungen des Afterschliessers folgen sich rhythmisch. Es scheint hiernach durchaus erlaubt anzunehmen, dass auch ein auf die Ganglien des Herzens ausgeübter andauernder Reiz eine rhythmische Thätigkeit derselben auslöst. Dieser Reiz ist meiner Ansicht nach in dem die Ganglien umspühlenden Gewebssaft zu suchen, welcher aus dem Blute diffundirt, so dass man Blut von gewisser Beschaffenheit als Reiz für die Herzbewegungen betrachten kann.

Führt man bei einem unversehrten Hunde den Finger in den Mastdarm ein, so fühlt man keineswegs die regelmässigen rhythmischen Zusammenziehungen wie bei einem Thier mit durchschnittenem Rückenmark. Mitunter wird der Afterschliesser andauernd fest zusammengezogen, manchmal erschlafft er vollständig; in anderen Fällen endlich fühlt man unregelmässig aufeinanderfolgende Umschnürungen. Wenn man nun bei einem solchen Thier nachher die Durchschneidung des Brustmarks vornimmt, so kann man alsbald den vorhin vermissten regelmässigen Afterpuls wahrnehmen. Wir sehen also, dass auch diese so regelmässige Reflexerscheinung vom Hirn aus in verschiedener Weise beeinflusst werden kann, was in diesem Falle um so begreiflicher

ist, als der Sphincter ani ein Muskel ist, welcher dem Willen gehorcht. Das Lendenmark hat nicht bloss Einfluss auf die Bewegungen des Afterschliessers, sondern auch auf die des Mastdarms selbst. Die hierher gehörigen Beobachtungen machte Freusberg bei Gelegenheit der Untersuchung der Temperatur des Mastdarms. Wenn man nämlich das Thermometer tief in den Mastdarm einführt, so sieht man nicht selten bei dem Hunde mit durchschnittenem Rückenmark, dass das Thermometer ganz allmählich durch regelmässig peristaltische Bewegungen des Mastdarms ausgestossen wird. Wird dem Thier das Rückenmark mit der Sonde zermalmt und dann das Thermometer eingeführt, so bleibt es unverändert im Mastdarm liegen. Nach Vernichtung des Lendenmarks sind selbstverständlich auch die reflectorischen Bewegungen des Sphincter ani für immer erloschen.

Bei einem sehr kräftigen Thier, welches die Zermalmung des Lendenmarks etwa 28 Stunden überlebte, nahm ich 5 Stunden nach dieser Operation noch eine Erscheinung war. Das Thier bekam einen sehr heftigen Durchfall. Vor der Operation hatte es durchaus festen Stuhlgang gehabt. Ich vermüthe, dass der Durchfall abhng von unregelmässigen stürmischen peristaltischen Bewegungen des Dünndarms. Dass beim Frosche heftige andauernde Zusammenziehungen der Speiseröhre und des Magens nach Vernichtung der grossen Nervencentren entstehen, habe ich im sechsten Bande dieses Archivs geschildert. In analoger Weise dürften ausgedehnte peristaltische Bewegungen des Dünndarms von Säugethieren schon nach theilweiser Zerstörung des Rückenmarks auftreten können; doch bedarf diese Annahme noch gründlicher Untersuchungen zu ihrer Rechtfertigung.

4. Ueber den Einfluss des Lendenmarks auf die Blutgefässe.

Im ersten Abschnitt habe ich Versuche mitgetheilt, welche lehren, dass eine bestehende Erection zum Verschwinden gebracht werden kann, wenn man sensible Nerven intensiv reizt. Dieses Experiment habe ich so gedeutet, dass durch die heftige sensible Erregung das reflectorische Centrum der Erection im Lendenmark gehemmt wird. Man könnte aber auch an eine andere Erklärung denken. Man könnte sagen, dass es sich dabei um einen vasomotorischen Reflex handelt, indem vielleicht durch Vermittelung

des Lendenmarks nach der Reizung, z. B. des Nervus ischiadicus, die vasomotorischen Nerven der Gefässe des Penis in Tetanus gerathen und eine Verengerung der Gefässe desselben zu Stande bringen. Es würden nach dieser Ansicht zwei antagonistische Reflexcentren im Lendenmark bestehen, wovon das eine mit den Nn. erigentes verknüpft ist und eine Erweiterung der Gefässe des Penis besorgt, während das andere mit den vasomotorischen Nerven zusammenhinge und also eine Verengerung der Gefässe des Penis vermitteln würde. Man wird vielleicht gegen die Möglichkeit eines vasomotorischen Reflexes durch das Lendenmark hindurch sofort einwenden, dass nach der herrschenden Meinung die Medulla oblongata das ausschliessliche vasomotorische Centrum ist. Allein der Satz, dass dieses wichtige Centrum blos auf den Bereich der Medulla oblongata beschränkt ist und sich nach Owsjannikof¹⁾ bis auf Millimeter daselbst soll begrenzen lassen, scheint mir keineswegs erwiesen. Im Gegentheil, seit länger als zehn Jahren habe ich mit aller Entschiedenheit die Ansicht vertreten, dass neben der Medulla oblongata auch das Rückenmark selbstständiges vasomotorisches Centrum ist. Ja, ich gedenke darzuthun, dass die vasomotorischen Centren sich tief hinab bis ins Lendenmark erstrecken. Der Gedanke an vasomotorische, durch das Lendenmark vermittelte Reflexe ist demnach durchaus nicht ungereimt. Wenn ich gleichwohl es vorgezogen habe, das Verschwinden der Erection nach Reizung sensibler Nerven durch eine Hemmung zu erklären, so wurde ich dazu durch Rücksichten auf Analogieen bestimmt, welche bereits erwähnt sind.

Im September 1863 machte ich auf der Naturforscher-Versammlung zu Stettin die erste Mittheilung über die Versuche an Fröschen, aus welchen ich die Ueberzeugung schöpfte, dass das Rückenmark selbstständiges Gefässcentrum sein muss. Später habe ich diese Versuche in Virchow's Archiv²⁾ beschrieben. Die entscheidende Beobachtung war folgende. Wenn man zwei gleich grosse kräftige Frösche auswählt, beide mit scharfer Scheere köpft, und darauf dem einen mittelst Sonde ausserdem noch das

1) Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. Jahrgang 1871, S. 21.

2) Ueber den Tonus der Gefässe und seine Bedeutung für die Blutbewegung. Virchow's Archiv, Bd. 29.

Rückenmark zermalmt, so hört bei diesem letzteren, welcher der grossen Nervencentren vollständig beraubt ist, schon nach ganz kurzer Zeit der Kreislauf vollständig auf. Bei dem anderen dagegen, welcher noch das Rückenmark besitzt, bleibt die Blutbewegung viel länger bestehen. Sie kann noch Stunden lang nach der Köpfung fortdauern. Ja, in manchen Fällen habe ich das enthauptete Thier nach länger als 24 Stunden noch in voller Erregbarkeit angetroffen. So lange der Kreislauf fortdauert, bleibt die Haut dieses Thieres glänzend und frisch, während die Haut des Frosches mit zerstörtem Rückenmark schnell leichenfarben wird, sobald eben die Blutbewegung erloschen ist. Ich habe ausführlich die Frage erörtert, wie es zugeht, dass bei demjenigen Thier, welches das Rückenmark noch besitzt, der Kreislauf so viel länger fortdauert, als bei dem anderen mit vollständig vernichteten Nervencentren. Ich fand, dass der Kreislauf nach vernichteten Centren deshalb stockt, weil der Tonus der Gefässe aufhört oder doch nachlässt. Nach Erschlaffung sämtlicher Gefässe, besonders auch der Venen, tritt ein Missverhältniss ein zwischen Gefässraum und Gefässinhalt. Die vorhandene Blutmenge verliert sich gleichsam in den colossal erweiterten Gefässen. Die normale zum Kreislauf nothwendige Spannung in den Gefässen sinkt wie nach einer mächtigen inneren Verblutung. Das Blut fliesst nicht mehr dem Herzen in hinreichender Menge zu. Die Füllung desselben bei der Diastole wird dürftig und demzufolge auch die Ausgabe bei der Systole geringfügig. Die grossen Arterien empfangen zu wenig Blut vom Herzen her, also geht der Blutdruck in ihnen herab und die Blutbewegung wird zunächst verlangsamt und hört dann völlig auf. Dass diese Erklärung eine zureichende ist, habe ich nachher durch einen Versuch erwiesen¹⁾. Ist nämlich die Ansicht richtig, dass die Streckung des Kreislaufs bei dem rückenmarklosen Frosch nur deshalb eintritt, weil die Blutmenge nicht hinreicht, so wird man den Kreislauf wieder in Gang bringen können, wenn man die Blutmasse durch Einspritzung eines angemessenen Blutquantums vermehrt. In der That kann man nun bei dem rückenmarklosen Frosch vorübergehend den erloschenen Kreislauf wieder beleben, wenn man durch Transfusion von Blut das

---

1) Vgl. dieses Archiv Bd. V, S. 73.

Blut in den Venen auf die normale Spannung bringt. Schiff¹⁾ hat kürzlich verwandte Versuche mit gleichem Erfolg bei Hunden angestellt. Wenn bei dem geköpften Frosch, welcher noch das Rückenmark besitzt, die jähe Herabsetzung des Tonus der Gefässe mit ihren verhängnissvollen Folgen nicht eintritt, so muss offenbar das Rückenmark die Quelle dieser längeren Fristung des Kreislaufes und des Lebens sein. Das Rückenmark ist eben selbstständiges Centrum für den Gefässtonus, und wir wollen dieses Centrum so lange ein automatisches nennen, als uns die Reize, welche seine Thätigkeit bestimmen, nicht näher bekannt sind.

Als ich so gefunden hatte, dass der Tonus der Gefässe eine nothwendige Vorbedingung für die Blutbewegung ist, und dass die Nervencentren, welche diesem Tonus vorstehen, nicht blos im verlängerten Mark, sondern auch im Rückenmark zu suchen sind, galt es nun die am Frosch gewonnenen Ergebnisse auch für Säugethiere zu bestätigen. Zu meiner Ueberraschung sah ich mich dieser Pflicht überhoben, als ich die Schriften von Le Gallois nachgelesen hatte. Le Gallois²⁾ hat bereits am Anfange dieses Jahrhunderts an Säugethiern genau dieselben Versuche angestellt, die mir am Frosche zu einem Einblick in die wahre Bedeutung des Gefässtonus für den Blutkreislauf verhelfen. Dieser Forscher fand, dass geköpfte Kaninchen, bei denen man künstliche Athmung eingeleitet hat, noch lange alle Erscheinungen der Fortdauer des Kreislaufes zeigen, dass dagegen der Kreislauf sehr schnell erlischt, sobald man den Thieren das Rückenmark oder auch nur einen grösseren Theil desselben zerstört hat. Le Gallois beobachtete vortrefflich, aber er war nicht glücklich in seiner Deutung der Versuche. Er glaubte aus diesen den Schluss ziehen zu müssen, dass die Bewegungen des Herzens vom Rückenmark abhängen. Ueber die Fehlerhaftigkeit dieses Schlusses Worte verlieren zu wollen, ist heute überflüssig. Seine Gegner und Kritiker haben sich an dem wohlfeilen Ruhm gesättigt, seinen Irrthum aufzudecken. Darüber vergass man die Thatsache, welche Le Gallois entdeckt hat, richtig zu würdigen. Ich rechne es mir als Verdienst an, diesem zuerst gefeierten, dann

---

1) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre. Bd. XI, S. 241.

2) Le Gallois, *Expériences sur le principe de la vie*. Paris 1812

geshmähten Forscher wieder seinen hohen Werth zuerkannt zu haben.

Es war für mich um so angenehmer, dass ich in Le Gallois' thatsächlichen Angaben eine Bestätigung meiner am Frosche gewonnenen Ergebnisse fand, als ich damals gar nicht in der Lage war, ausgedehnte Versuchsreihen an Säugethieren zu unternehmen. In meiner gegenwärtigen Stellung habe ich endlich Gelegenheit, das Versäumte nachzuholen. Die im ersten Abschnitt geschilderten Versuche boten mir einen willkommenen Anlass, die Zuverlässigkeit eines wichtigen Versuches von Le Gallois zu prüfen.

Le Gallois berichtet, dass bei Säugethieren der Kreislauf schon erlischt, wenn man auch nur einen grösseren Theil des Rückenmarks, z. B. das Lendenmark, zerstört. Diesen Versuch, über dessen Deutung ich nicht zweifelhaft sein konnte, habe ich oftmals angestellt und stets bestätigt gefunden. Bevor ich indess weiter auf diesen Versuch eingehe, will ich zunächst die Veränderungen des Zustandes der Gefässe am Hinterkörper schildern, wie sie nach Durchschneidung des Rückenmarks eintreten.

In den meisten Fällen lässt sich bald nach der Durchschneidung des Rückenmarks beim Hunde durch Belastung wahrnehmen, dass die Hinterpfoten beträchtlich wärmer geworden sind als die Vorderpfoten. Gleichzeitig bemerkt man, dass die Arterien der hinteren Gliedmasse stärker klopfen. Man hat diese Erscheinungen längst gekannt und mit Recht so gedeutet, dass bald nach der Durchtrennung des Marks der Tonus der Gefässe im Hinterkörper sich vermindert und die Gefässe sich demgemäss erweitern. Wenn man aber aus dieser Thatsache geschlossen hat, dass das Nervencentrum für den Tonus ausschliesslich vor dem Rückenmarksschnitt gelegen sein müsse, so war das eine vorzeitige Folgerung. Bei denjenigen Thieren nämlich, welche die Durchschneidung des Rückenmarks längere Zeit überleben, ändern sich alsbald die Erscheinungen. Die Hinterpfoten fühlen sich von Tag zu Tag weniger warm an und schliesslich hört jeder Unterschied der Hauttemperatur zwischen Vorder- und Hinterpfote auf. Ja, in nicht seltenen Fällen wurden sogar die Hinterpfoten kühler befunden. Die Temperatur haben wir theils durch Betastung verglichen, theils mit dem Thermometer bestimmt, dessen Gefäss zwischen die Zehen des Thieres eingeklemmt

wurde. Auf die Beurtheilung durch den Tastsinn haben wir uns nur dann beschränkt, wenn der Unterschied der Temperatur ein so greller war, dass bei Niemand ein Zweifel entstehen konnte.

Wenn man nun der herrschenden Ansicht, welche in den Lehrbüchern vertreten wird, huldigt, d. h. wenn man behauptet, dass alle vasomotorischen Nerven von einem Centrum in der Medulla oblongata ausgehen, wie will man es erklären, dass die Haut der Hinterbeine keineswegs wärmer bleibt als die der Vorderbeine?

Soll sich etwa ein neues vasomotorisches Centrum plötzlich erst bilden, nachdem das alte abgetrennt ist? Man könnte noch einen gewaltsamen Versuch machen, die Annahme eines einheitlichen Centrums für den Gefässtonus zu retten. Man könnte sagen: Der Hinterkörper empfängt ein Mal vasomotorische Nerven, welche vom verlängerten Mark aus innerhalb des Rückenmarks entlang laufen und mit den Rückenmarkswurzeln unten das Rückenmark verlassen. Diese vasomotorischen Fasern werden natürlich durchtrennt, wenn man das Rückenmark durchschneidet. Ausser diesen Fasern verläuft aber zum Hinterkörper noch eine Anzahl anderer vasomotorischer Nervenfasern, welche schon viel höher oben die Wirbelsäule verliessen und in der Brusthöhle, vielleicht im Grenzstrag des Sympathicus, herablaufen. Diese Fasern werden durch eine Durchschneidung des Rückenmarks nicht geschädigt, und sie sind es, welche vielleicht allmählich gekräftigt werden und den Tonus in den Gefässen des Hinterkörpers unterhalten. Aber diese so künstliche Annahme wird sofort widerlegt durch folgenden Versuch, der im Wesentlichen schon Le Gallois bekannt war.

Man wähle ein Thier, welches die Durchschneidung des Rückenmarks an der Grenze zwischen Brustmark und Lendenmark glücklich überstanden hat, bei welchem aber die Rückenwunde noch nicht verheilt ist. Man wird in der Tiefe der eiternden Wunde leicht das Trepanloch der Wirbelsäule auffinden und durch dieses in den Wirbelcanal eindringen können. Wenn man nun mit einer Sonde von angemessener Dicke in den Wirbelcanal eingeht und das ganze hintere Stück des Rückenmarks zermalmt, was wird geschehen? Ist man ein Anhänger derjenigen Lehren, welche die Handbücher enthalten, so muss man erwarten, dass

diese Operation in keiner Weise das Leben des Thieres bedroht. Denn was zerstört man nach der herrschenden Meinung? Man zermalmt eine Anzahl vasomotorischer Nervenfasern, die längst bereits gelähmt sind, nachdem sie von ihrem Centrum in der Medulla oblongata abgetrennt waren. Man vernichtet die Reflexcentren für gewisse Bewegungen des Beines und des Schwanzes, welche für das Leben des Thieres ohne Bedeutung sind. Man lähmt den Sphincter ani und die Blasenmuskeln. Fügen wir noch hinzu, was wir im ersten Abschnitt gelernt haben: Man vernichtet die Fähigkeit zur Erectio penis. Diese Folgen sind gewiss in keiner Weise geeignet, das Leben des Thieres zu bedrohen. Die Operation an sich scheint völlig unerheblich; die Blutung ist kaum bemerkbar, weil man ja keine neue Wunde braucht, um in den Wirbelcanal einzudringen. Selbstverständlich äussert das Vorderthier auch nur soweit Schmerz, als man bei Einführung der Sonde auch den empfindenden Vorderkörper mitreizt. Nach alledem sollte man also erwarten, dass das Thier nach der Zerstörung des isolirten Lendenmarks keine Beeinträchtigung seines Wohls erfährt. Was aber ist in Wahrheit die Folge einer vollständigen Zermalmung des Lendenmarks? Das Thier ist spätestens dreissig Stunden nach dieser unblutigen schmerzlosen Operation eine Leiche.

Schwächere Thiere fangen bald nach der Zermalmung des isolirten Lendenmarks an unregelmässig zu athmen und zu jappen, werden sehr matt, bekommen blasse Mundschleimhaut und sterben schnell dahin. Bei stärkeren Thieren stellt sich bald nach der Operation eine deutlich wahrnehmbare Erwärmung der Hinterbeine ein, während die Vorderbeine kühl werden. Oeffnet man, bevor man das Lendenmark zermalmt, die Bauchhöhle und betrachtet die Gefässe der Blase, des Uterus und des Mastdarms, so sieht man bald nach der Zermalmung des Lendenmarks diese Gefässe, besonders die Venen, sich stark erweitern. Der Tonus in diesen und vielen anderen Gefässen, mindestens des Hinterkörpers, wird also herabgesetzt nach der Zerstörung des isolirten Lendenmarks, eine Thatsache, die man füglich nicht anders wird erklären können als dadurch, dass man im Lendenmark ein selbstständiges Centrum für den Gefässtonus annimmt. Der Tod tritt meiner Ansicht nach in Folge der gewaltigen Störung des Blutkreislaufs ein, welche eine plötzliche Erweiterung so zahl-

reicher Gefässbahnen mit sich bringen muss. Aehnlich wie nach Zerstörung des Rückenmarks, nur in minderem Grade, muss der Blutdruck schnell sinken, weil gleichsam eine innere Verblutung in die erschlafften Gefässräume hinein stattfindet. Die Blutbewegung auch im Vorderkörper wird dadurch mehr und mehr lahm gelegt und schliesslich erfolgt der Tod durch Anämie des Gehirns. Wir behalten uns vor, diese Deutung des Vorganges durch genauere Beobachtungen des Blutdrucks und durch Transfusionsversuche sicher zu stellen.

Wem die beschriebenen Erfahrungen noch nicht genügen sollten als Beweis für das Dasein eines selbstständigen Gefässnervencentrums im Lendenmark, der wird vielleicht überzeugt werden durch folgenden Versuch:

Ein sehr kräftiger junger Hund, bei welchem sich alle vom Lendenmark abhängigen Reflexerscheinungen vortrefflich demonstrieren liessen, hatte schon vierzehn Tage die Durchschneidung des Rückenmarks am Ende des Brustmarks überlebt. Die Wunde war fast vollständig vernarbt. Das Thier frass mit grösstem Appetit und war überaus munter. Die Hinterpfoten, welche am ersten Tage nach der Durchschneidung des Rückenmarks sehr heiss gewesen waren, hatten allmählich an Wärme verloren, so dass sich jetzt ihre Temperatur kaum noch von derjenigen der Vorderfüsse unterschied. Zwischen beiden Hinterfüssen liess sich keine Spur eines Unterschiedes in der Temperatur wahrnehmen. Der Hund wurde nun folgender neuen Operation unterworfen. Durch einen neuen Schnitt wurde die Wirbelsäule da, wo sie ins Kreuzbein übergeht, freigelegt. Mittelst des Trepans ward der Wirbelkanal entsprechend dem unteren Ende des Lendenmarks geöffnet und hierauf der ganze weiche Inhalt des Wirbelcanals in seiner rechten Hälfte mit scharfem Messer durchschnitten. Auf diese Weise werden sämtliche Wurzeln der Nerven, welche später den Plexus sacralis bilden, rechts durchtrennt. Nach Abschluss der Operation wurde diese zweite Wunde ebenso behandelt wie die erste, und sie vernarbte vollständig.

Wenn man auf dem Boden der Theorie steht, welche aussagt, dass die Medulla oblongata der einzige Sitz des vasomotorischen Centrums ist, so wird man nicht erwarten dürfen, dass diese zweite Operation irgend etwas an dem Zustande der Gefässe der Hinterbeine ändert. Alle vasomotorischen Nerven der Hinterbeine, welche innerhalb des Wirbelcanals nach abwärts laufen, sind bereits durch die erste Operation vollständig getrennt und gelähmt worden. Es kann sich nichts Neues ereignen, wenn die Hälfte dieser seit Wochen gelähmten Nerven nun noch einmal durchschnitten wird. Nerven sind ja eben nur Leitungsbahnen.

Ist die Leitungsbahn irgendwo durchschnitten, so ist die Leitung eben unmöglich geworden. Ob ich aber den Zusammenhang an einer oder an mehreren Stellen des Verlaufs unterbreche, macht für die Grösse der Störung nichts aus. Ein Mann z. B., dessen sämtliche Armennerven oben in der Achselhöhle durchtrennt waren, wird eine Lähmung der Armmuskulatur haben. Wenn man ihm nun vierzehn Tage darauf noch z. B. den Nervus medianus irgendwo in seinem peripherischen Lauf durchtrennt, so wird sich die Lähmung nicht mehr vergrössern können. So sollte man also auch meinen, dass die halbseitige Durchschneidung des Inhalts des Wirbelkanals nichts in dem Zustande der vasomotorischen Nerven ändern kann, wenn das Rückenmark höher oben bereits vollständig durchtrennt ist. Der Verlauf der Erscheinungen bei unserem Hunde war aber ein ganz anderer. Das Thier hatte selbstverständlich während der Operation keinerlei Aeusserung einer Empfindung gethan. Unmittelbar nach Abschluss derselben wurden die Hinterbeine, welche vor der Operation nicht wärmer waren als die Vorderbeine, brennend heiss. Der Unterschied in der Temperatur zwischen den Vorderpfoten und Hinterpfoten ward ein enorm grosser, so dass Jeder bei kurzer Betastung sich in diesem Sinne aussprach. Ein Unterschied zwischen rechts und links war am ersten Tage kaum bemerkbar. Am zweiten Tage ging die Temperatur der Hinterbeine etwas zurück, und nun stellte sich deutlich ein Unterschied zwischen der rechten und linken Hinterpfote heraus, welcher von da ab verblieb. In der Regel betrug, mit dem Thermometer zwischen den Zehen gemessen, der Unterschied der Temperatur beider Hinterpfoten etwa 1 Grad, so dass z. B. das Thermometer rechts 36, links 35 Grad zeigte. An manchen Tagen war der Unterschied erheblich grösser, an anderen geringer. Niemals aber bis zum Tode des Thieres wurde die Temperatur an beiden Hinterpfoten wieder gleich. Die rechte blieb stets wärmer.

Der Unterschied zwischen der Temperatur der Hinterbeine und der Vorderbeine mässigte sich mehr und mehr, doch blieb auch das linke Hinterbein merkbar wärmer, als die Vorderbeine. Der Tod des Thieres erfolgte erst etwa vier Wochen nach der zweiten Operation. Die unmittelbare Todesursache blieb dunkel. Der Verlauf dieses Versuches bliebe ein durchaus räthselhafter,

wenn man als Anhänger der herrschenden Lehre in dem isolirten Lendenmark nur gelähmte vasomotorische Fasern suchte. Dagegen gewinnt man leicht eine zureichende Erklärung, sobald man sich dazu entschliesst, dem Lendenmark die Functionen eines selbstständigen vasomotorischen Centrums zuzusprechen. In Folge der unmittelbaren Erschütterung durch die zweite Operation wurde dieses Centrum in mässigem Grade gelähmt und deshalb ging der Tonus der Gefässe des Hinterkörpers zunächst herab. Die Hinterpfoten wurden demgemäss sehr heiss. Aber schon nach wenigen Tagen gewinnt es wieder, so weit es nicht zerstört ist, einen gewissen Grad von Energie. Der Tonus der Gefässe erhöht sich demgemäss wieder und die Temperatur der Hinterpfoten sinkt. In der rechten Pfote kann sie aber nicht in gleicher Art sinken, weil die vasomotorischen Nerven dieser Gliedmasse zum Theil durchschnitten sind. Der Tonus der Gefässe der rechten Pfote bleibt daher geringer als links und die Temperatur demgemäss rechts höher.

Wenn ich auf Grund dieser Versuche in der Ueberzeugung bestärkt worden bin, dass das Rückenmark in seiner ganzen Länge selbstständige Centren für den Gefässtonus enthält, so will ich damit nicht sagen, dass der Tonus der Gefässe nach der Zermalmung des Hirns und Rückenmarks vollständig erlischt. Es scheint mir vielmehr, als wenn auch noch ausserhalb der grossen Nervencentren Einrichtungen bestehen müssen, welche einen mässigen Grad des Gefässtonus unterhalten. Diese Annahme war unerlässlich zur Erklärung der Gefässzustände des Penis. Wenn der normale Tonus der Gefässe des Penis ausschliesslich von den Centren im Hirn und Rückenmark abhinge, so müsste eine vollständige Erschlaffung dieser Gefässe, d. i. Erection, auftreten, sobald wir bei Fortdauer des normalen Blutdruckes alle Nervenverbindungen zwischen Penis und Rückenmark durchtrennen. Man wird behaupten dürfen, dass man nach Durchschneidung des Brustmarks und Zermalmung des unterhalb des Schnitts gelegenen Rückenmarkstücks in der That alle Nervenverbindungen zwischen dem Penis und dem Rest der Nervencentren aufgehoben hat. Gleichwohl entsteht nach diesem Eingriff nicht etwa chronische Erection, sondern im Gegentheil dauernde Erschlaffung des Penis. Die Gefässräume desselben verharren, auch wenn alle Nervenbrücken zwischen ihnen und

den grossen Nervencentren abgebrochen sind, in einem kräftigen Tonus. Dieser Tonus hängt mithin ab von einer peripherischen Einrichtung, deren anatomische Grundlage ich in den Ganglien der Penisgefässe suchen möchte.

Sieht man sich nun genöthigt, eine solche Annahme für die Gefässe des Penis zu machen, so scheint es mir sehr wahrscheinlich, dass auch die übrigen Gefässe des Körpers mit ähnlichen Einrichtungen ausgestattet sein werden. In der That sprechen auch mancherlei Erfahrungen dafür, dass die Gefässe, abgelöst von aller Verbindung mit den grossen Nervencentren, noch einen gewissen Tonus bewahren können. Ich erinnere hier an einige Versuche, welche ich im Jahre 1860 auf der Naturforscher-Versammlung zu Königsberg i. Pr. mittheilte ¹⁾. Ich verfolgte damals den Gedanken, ob es nicht möglich sei, einen isolirt herausgeschnittenen Körpertheil, z. B. eine Drüse, durch andauernde Hindurchleitung eines künstlichen Blutstroms am Leben zu erhalten. Bei dieser Gelegenheit führte ich folgenden Versuch aus.

Bei Kaninchen durchtrennte ich auf galvanokaustischem Wege die ganze Masse des einen Oberschenkels mit Ausnahme der Arteria cruralis und Vena cruralis, so dass also die betreffende Gliedmasse nur noch mittelst dieser Gefässe mit dem übrigen Körper zusammenhing. Wenn ich nun die Haut des so isolirten Schenkels rieb oder noch mehr, wenn ich sie mit Senföl bestrich, so zeigte sich eine örtliche Röthung. Diese Röthung hing offenbar ab von einer Erschlaffung und Erweiterung der betreffenden Hautgefässe. Wenn diese Hautgefässe aber einer Erschlaffung und Erweiterung noch fähig waren, so mussten sie vorher noch einer mässigen Zusammenziehung unterliegen, und die Ursache dieser Zusammenziehung oder dieses Tonus musste in dem isolirten Bein selbst seinen Sitz haben. Wenn man dieses zugibt, so leuchtet ein, dass die Muskelfasern der Gefässe sich wesentlich anders verhalten, als die quergestreiften Muskeln der Gliedmassen. Letztere sind vollständig gelähmt, wenn sie ausser Zusammenhang gebracht sind mit den grossen Nervencentren, während die Gefässmuskeln in einem, wenn auch geringeren Grade von Zusammenziehung noch verharren, wenn die grossen Nervencentren abgetrennt sind. Durch gewisse örtliche Reize, z. B. mechanische Reibung, kann auch dieser Rest von Tonus vernichtet werden, und erst dann erschlaffen die Gefässe vollständig.

Berücksichtigt man diese Verhältnisse, so scheint es schwierig, die Folgen mancher örtlichen Hautreize sicher zu deuten. Wenn wir z. B. bei einem unserer Hunde mit durchschnittenem Brust-

---

1) Vergleiche den amtlichen Bericht über diese Versammlung S. 139.

mark die Haut des einen kühl gewordenen Hinterfusses mit Inductionsschlägen reizten, so zeigte sich regelmässig eine Zeit lang nach der Reizung eine sehr beträchtliche Erhöhung der Temperatur dieses Fusses. Es bleibt zweifelhaft, wie weit diese Temperaturerhöhung auf Rechnung einer Reflexhemmung der Gefässe zu setzen ist und wie weit sie auf eine unmittelbare Einwirkung des Reizes auf die Gefässe bezogen werden muss. Eine besonders hohe Temperatursteigerung durch örtliche Einwirkung erhielten wir ferner in folgendem Fall.

Er betraf einen sehr kräftigen jungen Hund, dessen Hinterbeine einige Tage nach Durchtrennung des Brustmarks dieselbe Temperatur angenommen hatten wie die Vorderbeine. Die eine Hinterpfote wurde nun so lange in eine Mischung von zerstoßenem Eis und Kochsalz hineingehalten, bis der Fuss bis zum Fersengelenk vollständig steif gefroren war. Darauf wurde der Fuss abgetrocknet und das Thier, dessen Bluttemperatur inzwischen um über einen Grad gesunken war, sich selbst überlassen. So wie die gefrorene Pfote aufgethaut und die Blutbewegung in ihr wieder in Gang gekommen war, zeigte sie eine ganz ausserordentliche Temperatursteigerung. Sie fühlte sich brennend heiss an und die Arterien klopften äusserst stark. In dem Allgemeinbefinden des Thieres, dessen Mastdarmtemperatur bald nach der Herausnahme des Beines aus der Kältemischung wieder die normale geworden war, änderte sich nichts. Schon am nächsten Tage war der Unterschied der Temperatur beider Hinterpfoten geringer, und nach drei Tagen waren alle Pfoten wieder gleich warm. Die der Kältemischung ausgesetzt gewesene Pfote hatte in keiner Weise Schaden genommen.

Auch dieser Versuch lässt sich nicht sicher deuten. Man weiss nicht, wie viel von der Temperaturerhöhung durch Lähmung der vasomotorischen Nerven, wie viel durch Lähmung der Endvorrichtungen in den Gefässen selbst zu erklären ist.

Wir werden unsere Untersuchungen über den Einfluss der Nerven auf den Tonus der Gefässe fortsetzen. Wenn ich die bisherigen Ergebnisse schon jetzt veröffentliche, so geschieht dies zum Theil um meine Priorität in Frage des vasomotorischen Centrums zu wahren. Neuerdings hat nämlich Wilh. Schlesinger im 1. Hefte der medicin. Jahrbücher (Jahrgang 1874) Untersuchungen mitgetheilt, aus welchen hervorgeht, dass er auf anderem Wege wie ich zu analogen Resultaten gekommen ist, nämlich zu dem Schluss, dass das Rückenmark selbstständiges vasomotorisches Centrum ist. So willkommen mir Schlesinger's Angaben sein müssen, kann ich mein Befremden nicht darüber unterdrücken, dass derselbe meine bereits vor zehn Jahren

veröffentlichten Untersuchungen nur in einer kurzen Anmerkung berührt. Es ist mir nie eingefallen anzunehmen, dass meine Resultate nur für den Frosch Geltung haben. Im Gegentheil, ich habe in meinem Aufsatz im 29. Bande von Virchow's Archiv ausdrücklich erklärt, dass ich aus Le Gallois' Versuchen die Ueberzeugung gewonnen habe, dass meine Theorie auch für Säugethiere zutreffend ist. Dieser Ueberzeugung habe ich im 5. Bande dieses Archivs Seit 65 erneuten Ausdruck gegeben und in meinen Vorlesungen mich stets in gleichem Sinne ausgesprochen. Schlesinger's Behauptung, dass alle Autoren für Säugethiere das vasomotorische Centrum oberhalb des Atlas verlegen, ist demnach eine durchaus irrthümliche. In der Literatur finde ich auch nach Le Gallois' Zeit zahlreiche Beobachtungen verzeichnet, welche, richtig verwerthet, schon längst von der irrigen Vorstellung hätten zurückführen müssen, dass das verlängerte Mark ausschliesslich Sitz des vasomotorischen Centrums sei. So wusste z. B. schon Nasse¹⁾, dass die Temperatur der Hinterbeine bei einem Thier mit durchschnittenem Rückenmark noch weiter steigen kann, wenn man das isolirte hintere Stück des Rückenmarks zermalmt. Auch Schiff²⁾ kannte diese Thatsache und hat sie selbst bestätigt. Gleichwohl fasst er neuerdings in einer Abhandlung seine Ansicht über die Lage des Gefässnervencentrums in folgenden Satz zusammen³⁾: „Das Centrum der Gefässnerven, wenigstens der äusseren Körpertheile, ist das verlängerte Mark. In ihm finden sich alle Gefässnerven des Körpers zusammen.“ Brown-Séquard⁴⁾ hat auch richtig beobachtet, dass nach halbseitiger Durchschneidung des Rückenmarks die Temperatur in der entsprechenden hinteren Gliedmasse keinesweges immer gesteigert wird, sondern mitunter die normale ist, ja selbst unter die normale Grösse sinken kann. Er sucht sich zur Erklärung dieser Erscheinung damit zu helfen, dass sich an der Stelle des Schnitts ein entzündlicher Zustand des Rückenmarks ausbildet, durch welchen die vasomotorischen Nerven gereizt werden. Durch

1) Friedr. u. H. Nasse, Untersuchungen zur Physiologie u. Pathologie. Bonn 1839. Bd. II, S. 223.

2) Moritz Schiff, Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems. Frankfurt a. M. 1855, S. 216.

3) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre. Bd. XI, S. 221.

4) Journal de la physiologie. Paris 1863, Bd. VI, S. 636.

unsere Erfahrungen wird eine solche Hypothese leicht widerlegt. Die Hinterpfoten bekommen ja gerade dann die normale Temperatur dauernd wieder, wenn die Wunde in der Vernarbung begriffen und die Entzündung längst beseitigt ist. Wie wollte man auch mit Brown-Séguard's künstlicher Erklärung den Versuch deuten, dass nach halbseitiger Durchschneidung des schon einmal durchschnittenen, also angeblich endzündlich gereizten Rückenmarks die zuvor normale Temperatur der Hinterbeine nun plötzlich wieder schroff ansteigt? Die von mir vorgetragene Lehre, dass das Lendenmark vasomotorisches Centrum ist, scheint mir allein geeignet, diesen Thatsachen gerecht zu werden. Sie allein erklärt auch ausreichend die Thatsache, dass ein Thier nach Zermalmung des isolirten Lendenmarks so schnell zu Grunde geht.

Am Schlusse dieser Abhandlung will ich noch einige beiläufige Beobachtungen anknüpfen, die in keinem der vier Abschnitte untergebracht werden konnten. Auf die Schilderung der Reflexbewegungen des Schwanzes und der Hinterbeine konnte ich verzichten, weil wir in dieser Beziehung nichts Neues mittheilen konnten. Nur eines Falles will ich gedenken. Bei einem besonders erregbaren Thier, das die Durchschneidung des Rückenmarks etwa zwei Monate überlebte, sahen wir mitunter scheinbar freiwillige zappelnde Bewegungen der Hinterbeine und wedelnde Bewegungen des Schwanzes. Wir bemerkten bald, dass diese Bewegungen immer zusammenfielen mit dem Acte der Kothentleerung, und dass es sich also um einen Reflex von der Schleimhaut des Mastdarms handelte.

Marshall Hall¹⁾ beschreibt einen Fall von Bado, in welchem bei einem paraplegischen Menschen sich Aehnliches ereignete.

Man kann von dem Hinterkörper aus bei dem Thier mit durchschnittenem Mark auf das Vorderthier einwirken, wenn man die Blutcirculation verändert, welche ja beide gemeinsam haben. Kühlt man z. B. den Hinterkörper stark ab, so sinkt die Bluttemperatur, und darunter leidet auch das Vorderthier. Wir sehen das Vorderthier vor Frost heftig zittern, wenn der Hinterkörper mit Wasser gründlich gereinigt wird. Es schien mir, als wenn

---

1) A. a. O. S. 106.

der Reflexkrampf des Zitterns, angeregt durch das abgekühlte Blut, sein Centrum in der Medulla oblongata haben müsse. Allein ein von Freusberg beobachteter Fall beweist, dass der Zitterkrampf beim Sinken der Bluttemperatur auch vom Lendenmark ausgehen kann. In einem Ausnahmefall fingen nämlich, als das Thier gereinigt wurde, zuerst die Muskeln des Hinterkörpers an zu zittern, und erst später schloss sich der Vorderkörper an.

Von Interesse ist noch ein anderer Reflex, welcher im Vorderthier durch Abkühlung des Blutes ausgelöst wurde. Verschiedene von unseren operirten Hunden litten an Bronchialcatarrh. Wenn ein solches Thier nun gereinigt und die Haut des Hinterkörpers durchnässt wurde, so trat regelmässig heftiger Husten auf, sobald die Temperatur des Mastdarms um etwa einen Grad herabgegangen war. Nachdem das Thier abgetrocknet war und die Bluttemperatur die normale Höhe von 39 Grad wieder erreicht hatte, schwand der Husten. Jede Benetzung der Haut des Vorderkörpers wurde in diesen Fällen sorgfältig vermieden, so dass das reflectorische Husten eben nur eine Folge der Abkühlung des Blutes sein konnte.

Z u s a t z.

Während ich mit der Abfassung dieser Abhandlung beschäftigt war, haben wir noch eine Beobachtung gemacht, die ich für so wichtig halte, dass ich sie sofort mittheilen will.

Einem kräftigen jungen, sehr gut genährten Hunde wurde am 28. November das Rückenmark in der Höhe der letzten Rippe vollständig durchschnitten. An demselben Tage und Tags darauf fühlten sich die Hinterpfoten deutlich heisser an als die Vorderpfoten. Aber schon am 30. Nov. war die Temperatur in den Hinterpfoten wieder so weit gesunken, dass sie sogar kühler schienen als die Vorderpfoten. Am 2. December schienen die Hinterpfoten ebenfalls eher kühler als wärmer im Vergleich mit den Vorderpfoten. Inzwischen war das Allgemeinbefinden des Thieres ein vortreffliches. Der Hund frass mit der grössten Gier grosse Mengen Pferdefleisch und biss andere Hunde, welche sich ihm während der Mahlzeit näherten, fort. Die Wunde befand sich in guter Eiterung. Am 2. Decbr. nun, also vier Tage nach der Durchschneidung, wurde das Lendenmark mittelst einer Sonde, die durch das Trepanloch der Wunde eingeführt wurde, vollständig zermalmt. Bei Einführung der Sonde in die Wunde äusserte der Hund etwas Schmerz, nicht aber während der Zermalmung.

Unmittelbar nach der unblutigen Zerstörung des Lendenmarks änderte sich sichtlich das Verhalten des Thieres. Der bis dahin muntere Hund wurde traurig, athmete langsamer und mühsam und verweigerte bis zum Tode die Annahme von Nahrung. Der ganze Vorderkörper gerieth in andauerndes Zittern wie bei einem Frostanfall. Bei jeder Inspiration verstärkte sich das Beben der Muskeln. Vor der Operation war mittelst des Thermometers die Temperatur zwischen den Zehen des Vorder- und des Hinterfusses bestimmt worden. Vorn stieg das Thermometer bis 24 Grad, hinten nur bis 22,2 Grad. Wenige Minuten nach der Zermalmung wurde zwischen den Zehen der Hinterpfote 30,5, vorn 25,5 Grad abgelesen. Die Temperatur des Mastdarms betrug gleichzeitig 38,5 Grad.

Soweit also bot dieser Versuch nichts Abweichendes von dem, was ich bereits im Text der Abhandlung beschrieben habe. Jetzt komme ich zur Mittheilung der neuen Thatsachen.

Um 12 Uhr 30 Minuten war die Zermalmung des Lendenmarks vorgenommen. Nachmittags 3 $\frac{1}{2}$ Uhr untersuchte ich das Thier von Neuem und fand zu meiner grossen Ueberraschung, dass die Temperatur der Hinterpfoten wieder stark gesunken war. Sie betrug nur noch 22,0 Grad, während die Vorderpfoten 23,0 Grad zeigten. Die Temperatur des Mastdarms betrug 39,0 Grad. Ich liess mir nun das Thier durch den Diener halten, suchte am linken Oberschenkel den Nervus ischiadicus auf und schnitt ein Stück aus demselben heraus. Schon eine Minute nachher war die Temperatur der linken Hinterpfote auf 31,5 Grad gestiegen, während die rechte Hinterpfote und der Mastdarm ihre frühere Temperatur beibehielten. Es stellte sich also die merkwürdige Thatsache heraus, dass bei einem Thier mit zermalmtem Lendenmark die Ausschneidung eines Stückes des Nervus ischiadicus die Temperatur in dem entsprechenden Bein noch um mehr als neun Grad zu steigern vermag. Die starke Ausdehnung der Arterien des linken Beines liess sich auch an dem weit stärkeren Pulsiren derselben erkennen. Noch Abends 10 $\frac{1}{2}$ Uhr erschien das linke Hinterbein viel heisser als die übrigen Pfoten.

Um 10 $\frac{1}{2}$ Uhr Vormittags am Tage darauf war die Temperatur des Mastdarms bereits auf 34,5 Grad gesunken und das Thier theilnahmlos dem Tode nahe. Die Temperatur aller vier Pfoten schien wieder gleich. Ich suchte nun den peripherischen Stumpf der linken Nervus ischiad. auf und schnitt von demselben ein Stück mit der Scheere ab. Sogleich wurde wieder ein Unterschied der Temperatur zwischen beiden Hinterpfoten merkbar. Links stieg das Thermometer bis auf 28 $\frac{1}{2}$ Grad, rechts nur bis auf 24 $\frac{1}{2}$ Grad. Inzwischen fiel die Temperatur des Mastdarms fortdauernd. Um 12 $\frac{1}{2}$ Uhr, also 24 Stunden nach der Vernichtung des Lendenmarks zeigte das Thermometer im Mastdarm nur noch 32,4 Grad, um 1 $\frac{1}{2}$ Uhr nur noch 30,5 Grad. Zur selben Zeit hatte die linke Hinterpfote noch 25,5, die rechte 23,5 Grad. Das Thier starb erst etwa 3 $\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags, nachdem die Bluttemperatur unter 30 Grad gesunken war. Bei der Section wurde festgestellt, dass das Rückenmark, unterhalb des Schnitts, bis zu seinem Ende völlig zerquetscht war.

Die überaus auffällige Thatsache, dass die Durchtrennung eines Nerven auch dann noch Temperatursteigerung an der Peripherie vermitteln kann, wenn dieser Nerv keinen Zusammenhang mehr hat mit den bestehenden Centren, regt natürlich zu neuen Versuchsreihen an. Eine theoretische Besprechung des Versuches wird erst dann am Platze sein, wenn ein reicheres thatsächliches Material vorliegen wird.

Strassburg i. E., den 8. December 1873.

Ueber Electrotonus.

Antikritik

Von

J. Bernstein.

Zu einer in diesem Archiv erschienenen Arbeit (Bd. VIII, 1873, p. 40) habe ich in einem Anhang die Bemerkung veröffentlicht, dass ich einem von Hermann aufgestellten Satze über die negative Schwankung des Nerven im electrotonischen Zustande nicht beistimmen könne. Diese Erklärung, die durchaus sachgemäss war, weil der Hermann'sche Satz aus meinen eignen Versuchen abgeleitet war, ist nun für Hermann die Veranlassung gewesen, eine Polemik gegen mich zu eröffnen. Als ersten Gegenstand dieser Polemik behandelt aber die Hermann'sche Veröffentlichung nicht den eben erwähnten Satz und seine Vertheidigung, vielmehr geht dieselbe sofort zur Offensive über und bestreitet die Richtigkeit einer von mir gemachten Beobachtung, welche ich in der erwähnten Arbeit veröffentlicht habe. Ich bin daher genöthigt, diesen Angriff zunächst abzuweisen.

Der von mir angestellte Versuch, um den es sich hier handelt, hat zu dem Resultate geführt, dass im anelectrotonischen Zustande des Nerven das Maximum der Erregung, das durch hinreichend starke Reize ausgelöst wird, steigt, und dass es im katelectrotonischen Zustande sinkt. — Zunächst muss ich gegen die Bemerkung von Hermann protestiren, in welcher er sagt, dass ich durch theoretische Betrachtung auf diesen Versuch ge-