

## XXIV.

## Ueber die Endigung der Nerven in den Muskeln.

Von Dr. W. Kühne in Berlin.

(Hierzu Taf. XI.)

In meiner Schrift „über die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven“, in welcher ich eine genaue Beschreibung der Nervenendigung beim Frosche gegeben, habe ich bereits erwähnt, dass auch bei den Warmblütern und an den Muskeln des Menschen durch eine chemische Isolationsmethode der Muskelfasern der Eintritt des Nerven in die Letzteren anschaulich gemacht werden könne. Neuere Versuche haben mir gezeigt, dass besonders bei der Isolation der Fasern von sehr kurzen Muskeln ohne Mühe bei allen Thieren sich Präparate herstellen lassen, welche für den continuirlichen Uebergang der Nervenfaser in die Muskelfaser beweisend sind. Die Isolation der Muskelfasern, ohne Mithilfe von Nadeln oder schneidenden Instrumenten gelingt bekanntlich leicht nach einer mehrstündigen Behandlung derselben mit concentrirter Salpetersäure und chlorsaurem Kali. Schüttelt man die Muskeln hierauf anhaltend mit Wasser, so zerfallen sie in einzelne Fasern, oder in mehr oder minder dicke Bündel, welche durch die umschlingenden Capillargefässer, oft aber auch nur durch mehrere gemeinsame Nervenfasern zusammengehalten werden. Es ist nicht schwer, durch Streichen mit einem feinen Pinsel alle Blutgefässer und auch die feinsten Capillaren von der Muskelfaser abzuschälen, und ein vollkommen glattrandiges Präparat zu erhalten, das nur an irgend einer Stelle eine Hervorragung zeigt, bedingt durch daran haftende Nervenfasern. Durch lange fortgesetztes Pinselführen kann man zwar den Nerven abreißen, ein mehr oder minder kurzer Rest desselben bleibt aber hartnäckig an der Muskelfaser haften. Versucht man auch diesen zu entfernen, so läuft man Gefahr, die Muskelfaser selbst zu zertrümmern. Es ist leicht, sich von dem angegebenen Verhalten der Dinge bei den Muskeln des

Kaninchens, des Meerschweinchens oder des Hundes zu überzeugen, nur muss man sicher sein, überhaupt nerventhaltige Theile der Muskeln dieser Thiere vor sich zu haben, und man thut darum am besten, ganz kurze Muskeln, wie die des Kehlkopfes, der Augen, oder einzelne durch Sehnen begrenzte kurze Faserportionen, z. B. aus dem Gastrocnemius, der Behandlung mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure zu unterwerfen. Obgleich nun die so erhaltenen Präparate einen unleugbaren Beweis für die feste Verbindung der Nerven mit der Muskelfaser liefern, und obgleich man in Profilbildern ausserordentlich deutlich den continuirlichen Uebergang der wohlerhaltenen Nervenscheide (Schwann'sche Scheide) in das ebenfalls ganz unverändert aussehende Sarcolemma sehen kann, so ist doch die empfohlene Methode ganz unbrauchbar zur Untersuchung der eigentlichen Nervenendigung unter dem Sarcolemma.

Nach einer im vorigen Jahre erschienenen Mittheilung von Rouget \*) sollen die Nerven bei den allermeisten Thieren, bei den Eidechsen sowohl, wie bei den von ihm untersuchten Warmblütern mit einer kernhaltigen Masse auf der contractilen Substanz der Muskelfaser enden. Der Nerv tritt nach Rouget, bevor er sich zu diesem letzten Endorgan ausbreitet, durch das Sarcolemma hindurch, und verschwindet dann inmitten der von vielen Kernen und einer granulirten Masse erfüllten Substanz. Die Endigung der Nerven würde also bei den meisten Thieren einen Apparat enthalten, ganz ähnlich den granulirten und körnerhaltigen Massen, in welche der Nerv bei den Insekten übertritt \*\*), ohne sich jedoch wie bei diesen zu mehr oder minder langen Körnerzügen innerhalb der Muskelfaser auszubreiten.

Zur Untersuchung des Verhaltens der letzten Nervenenden ist vor allen Dingen die Beobachtung frischer Präparate erforderlich, und diese ist in der That auch bei den Warmblütern nicht schwierig, da man aus geeigneten Muskeln sehr leicht die Fasern frisch und ohne besondere Misshandlung isoliren kann. Zu dem Ende wird der Gastrocnemius, z. B. des Meerschweinchens blosgelegt, und

\*) Compt. rend. T. LV. 1862. N. 13. p. 548—551.

\*\*) Vergl. W. Kühne, Myologische Untersuchungen. Fig. 6 u. 10. und Ueber die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven, von W. Kühne. Taf. II. Fig. 9 u. 10.

durch Reissen von seinen vielfachen sehnigen Ansätzen her aus-einandergeserrt, bis man irgend eine Partie der kürzeren schräg darin verlaufenden Fasern vor sich sieht. Diese werden mit der Scheere an beiden Enden von ihren Ansätzen an die Sehnen los-geschnitten und mittelst einer feinen Pincette ein zartes Bündel Muskelfasern durch einen sanften Zug herausgehoben. Eine wäs-serige Lösung, welche 1 pCt. gewöhnliches phosphorsaures Natron und 1 pCt. Chlornatrium enthält, oder auch das Serum vom Meer-schweinchen sind besonders geeignet zur weiteren Conservirung des Objekts, das man mittelst feiner Staarnadeln zuvor ganz und gar in seine einzelnen Muskelfasern zu zerlegen versuchen muss. Es ist zweckmässig, die Muskeln gleich nach der Tödtung des Thieres in einem mit Eis abgekühlten Raume aufzubewahren und auch bei der Präparation abgekühlte Flüssigkeiten zu benutzen. In diesem Falle bleiben selbst isolirte Muskelfasern ungemein lange erregbar und durchsichtig, so dass man sie mit Musse studiren kann. In vollkommener Klarheit sieht man an einigen der Fasern meistens eine einfache oder eine gabilig getheilte Nervenfaser fest-haften, deren eines Ende eine knollige Anschwellung von heraus-getretenem Nerveninhalt (Mark) trägt, während das andere Ende meist mit einer schwachen Einschnürung aufhört. Bis zu diesem Punkte ist die Faser sehr deutlich doppelt contourirt, und zwar immer von einer dunklen und breiten äusseren und einer feinen inneren Linie begrenzt. Die Kerne der Nervenscheide sind bei genauer Einstellung als stark abgeflachte und trübe erscheinende Körperchen sichtbar. Niemals sieht man nun von der unbedeu-tenden Einschnürung des Nerven irgend einen Fortsatz ausgehen, sondern der Nerv hört hier mit seinen starken Contouren ganz plötzlich auf. Zwar haften an dem Nerven häufig viele feine ver-strickte Fasern von mehr oder minder glänzendem Ansehen, die an einzelnen Stellen auch Kerne oder krümlige Massen in sich schliessen, und welche unzweifelhaft stets dem Bindegewebe ange-hören, allein ebenso oft erhält man auch beim Herausziehen der Fasern aus einem Muskel Präparate, welche an den nerven-haltigen Stellen ganz frei von Bindegewebe sind. Wo nun ein Nerv mit der beschriebenen schwachen Einschnürung auf einer

Muskelfaser sein Ende erreicht, wo also das Endorgan nicht im Profil, sondern in der Aufsicht erscheint, erkennt man ohne Mühe sogleich ein abweichendes Aussehen in der Muskelfaser selbst. Die Querstreifung ist hier in geringer Ausdehnung um den Nerven herum verdeckt und wird erst sichtbar, wenn man das Mikroskop etwas tiefer einstellt. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in einer fein granulirten und schwach glänzenden Substanz, in welcher zahlreiche, sehr deutliche grössere Körper eingebettet liegen, welche ich ohne Anstand mit anderen Untersuchern als Kerne bezeichnen kann. Sie sind nämlich von glatten und scharfen Contouren umgrenzt, im Innern vollkommen hell und durchsichtig, und enthalten fast sämmtlich einen oder zwei sehr stark glänzende, runde Körperchen — Kernkörperchen. Die Kerne sind theils ganz rund, theils oval, bohnenförmig oder auch abgestutzt, und unterscheiden sich durch ihren klaren Inhalt ebenso deutlich von der sie umgebenden matten und granulirten Substanz, wie von den minder durchsichtigen und abgeplatteten Kernen der Nervenscheide, welche die Nervenfaser bis an ihr eingeschnürtes Ende begleiten. In der Flächenansicht erscheint die ganze Masse, welche das letzte Ende des Nerven umgibt, niemals contourirt, sondern die Stelle, welche die Querstreifung der contractilen Substanz verdeckt, lässt nur bisweilen durch die fast im Kreise stehenden Kerne eine Art von schärferer Begrenzung entdecken. Wo die granulirte Masse aber direkt an die quergestreifte Substanz grenzt, sieht man die Letzteren unregelmässig mit längeren oder kürzeren Abschnitten ihrer Querstreifen wieder beginnen. So ist das Bild in der Aufsicht. Wird die Muskelfaser jetzt durch Rollversuche für eine Profilansicht günstig gelagert, so sieht man zeitweise während der Bewegung Falten an dieser Stelle so gut entstehen, wie an anderen Theilen der Muskelfasern, man erhält das unverkennbare Bild des Sarcolemmas, das sich in Falten auch über die kernhaltige, granulirte Substanz hinüberzieht. Auffallender Weise gelingt es ungemein leicht, Profilansichten bei diesen Muskeln zu bekommen, besonders, wenn das Präparat durch den Druck des Deckglases etwas abgeplattet wird. Das Bild in der Aufsicht erhält man dagegen am leichtesten bei völliger Vermeidung von Druck, indem man das

sehr feine Deckglas noch durch Splitter von Glimmer, oder dünnem Glase stützt.

In der Profilansicht sieht man sehr deutlich, dass der Nerv, da wo er die schwache Einschnürung besitzt, in eine hügelartige Erhebung des Muskelrandes sich einsetzt, man sieht, wie der äussere breite der Markscheide angehörige Contour plötzlich aufhört, und wie der äusserste von der Schwann'schen Scheide erzeugte Contour bei scharfer Einstellung ganz genau in den starken und deutlichen Contouren des Sarcolemmas übergeht. Die hügelige Erhebung am Muskelrande wird also nach aussen begrenzt von dem Sarcolemma. Die beigegebenen Abbildungen überheben mich der weiteren Beschreibung dieses Bildes, das, wie dort ebenfalls erhellt, mannigfache Abänderungen erfahren kann, indem der Hügel flacher und länger im Profilbilde erscheinen kann, indem ferner die Nervenfaser sich mit zwei kleinen Aestchen daran anheften kann, und indem der Nerv bald in der Mitte auf der Spitze, bald am Rande der Basis des Hügels eintreten kann.

Ohne Ausnahme ist die äussere Begrenzung des Nervenhügels scharf contourirt, wie das Sarcolemma selbst, ebenso ausnahmslos erscheint dagegen der nach dem contractilen Inhalte der Muskelfaser zugekehrte Rand, nur durch einen ganz unregelmässigen und matten Contour begrenzt. Das Bild ist eben vollkommen vergleichbar demjenigen, welches man an der Eintrittsstelle der Nerven in den Muskeln von *Hydrophilus piceus* sieht. Es ist derselbe continuirliche Uebergang der Nervenscheide in das Sarcolemma, und dieselbe und alleinige matte Abgrenzung der granulirten Nervenmasse gegen die quergestreifte contractile Substanz.

Bis hieher stimmt unsere Beschreibung offenbar mit den Angaben der meisten Forscher, welche in der letzten Zeit Mittheilungen über die Endigung der motorischen Nerven veröffentlicht haben. Ich kann eben nur wie Engelmann\*) und Waldeier\*\*), wenigstens in Betreff der warmblütigen Thiere, eine vollkommene Bestätigung der Angaben Rouget's liefern. Die Thiere, bei denen ich ein ganz gleiches Verhalten der Endigungs-

\*) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 25. April. 1863. S. 289.

\*\*) Ebendaselbst. 23. Mai. 1863. S. 369.

weise fand, sind ausser dem Meerschweinchen, das Kaninchen, die Ratte, die Maus und der Hund, und zwar zeigten sich keine Differenzen an den verschiedenen Muskeln (Augenmuskeln, Kehlkopfmuskeln, Psoas und Gastrocnemius), die ich darauf untersuchte.

Mit den genannten Forschern muss ich indessen, wie schon aus dem Angeführten hervorgeht, sehr wesentlich abweichen von den neuesten Angaben von W. Krause \*). Derselbe untersuchte vorzugsweise die allerdings sehr geeigneten geraden Augenmuskeln, kam aber dabei zu einer ganz anderen und, wie mir scheint, sehr unrichtigen Ansicht. Ich habe zwar die Augenmuskeln der Katze, aus Mangel an Material, nicht untersuchen können, und kann deshalb Krause's Angaben, der vorzugsweise die Muskeln der Katze untersucht zu haben scheint, so weit sie dieses Thier betreffen, nicht bestreiten, allein für die Muskeln des Hundes, welche Krause ebenfalls benutzte, und die anderen von mir untersuchten Thiere muss ich entschieden die Richtigkeit seiner Ansicht in Frage stellen.

Die kernhaltige, granulierte Masse, in welche der Nerv zuletzt übergeht, nennt Krause in der Vermuthung, dass sie analog der elektrischen Platte der elektrischen Fische sei, die Endplatte. Wäre die Analogie bewiesen, was Krause durch einen nicht ganz glücklichen Hinweis auf die von Meissner und Cohn über positive Schwankung des Muskelstromes angestellten Versuche für möglich hält, so wäre gegen den Namen Nichts einzuwenden. Vor der Hand scheint die Bezeichnung aber nicht passend für ein Organ, das nicht die Gestalt einer Platte besitzt. Abgesehen von dieser un wesentlichen Abweichung, meint nun aber Krause, das Endorgan des Nerven sei ein von einer Bindegewebsmembran rings umgrenzter Körper, der blos aussen auf dem Sarcolemma liege, und die Kerne nur in der Bindegewebsmembran führe.

Ich gehe zunächst auf die erste Behauptung ein, dass dies motorische Endorgan aussen auf dem Sarcolemma liege. Krause giebt zwar an, der Contour desselben, welcher die fein granulierte Masse abgrenze gegen den Muskelinhalt hin, sei verschieden von

\*) Zeitschrift f. rat. Medicin. 1863. S. 136—160.

dem äusseren Contour, durch eine feine Zähnelung. (Mit Ausnahme der Stelle A. in Fig. 4, Taf. VI. habe ich mich vergeblich bemüht, diese Zähnelung auch nur in Krause's Abbildungen zu entdecken, er zeichnet überall den Contour unter dem Organ so, wie das Sarcolemma selbst.) Das Bestehen einer solchen Zähnelung gebe ich gern zu, allein ich habe an den schönsten Profilbildern darin nie etwas anderes sehen können, als das mehr oder minder unregelmässige Hineinragen der Sarcous elements in die granulirte Masse des Nervenhügels. Dass dieser unterbrochene Contour auch in der That nichts anderes sei, lässt sich beweisen. Krause, welcher die Nervenhügel auch in der Aufsicht mit scharfen und deutlichen, meist kreisförmigen Grenzlinien rings umgibt, zeichnet da, wo man die Zähnelung überhaupt erkennt, auch sehr wenig getreu nach der Natur den inneren Rand im Profilbilde sehr scharf, so scharf wie das Sarcolemma. Ein Blick auf ein frisches Präparat wird Jedem die Unrichtigkeit seiner Darstellung zeigen, da von einer so scharfen Abgrenzung zwischen contractiler Substanz und granulirter Nervenmasse gar nicht die Rede sein kann. Dies so ausserordentlich verschiedene Aussehen der beiden Grenzlinien des Nervenhügels muss offenbar schon gegen die Ansicht von Krause einnehmen, denn wenn der Muskel mit seinem Sarcolemma unter dem Nervenhügel hinginge, so sollte man gerade erwarten, dass der untere Contour des Letzteren besonders scharf und deutlich erscheine. Die Frage, ob das Nervenendorgan unter oder über dem Sarcolemma liege, mag gerade nicht leicht zu entscheiden sein, ich kann aber nicht zugeben, dass die Gründe Krause's für seine Beantwortung der Frage stichhaltig seien. Er versucht den Beweis durch ein Experiment, indem er nämlich den Muskel in chromsaurem Kali erhärtet, und auch den Nerveninhalt hiermit körnig coagulirt. Offenbar sind hier die Bedingungen der Art, dass Krause das gewünschte Bild in jedem Falle erhalten musste. Liegt der Nervenhügel auf dem Sarcolemma, so muss nach dieser Behandlung die Grenze zwischen demselben und dem Sarcolemma noch deutlicher werden, als zuvor, und liegt der Hügel unter dem Sarcolemma, so muss eine scharfe Linie zwischen der geronnenen contractilen Substanz und dem ebenfalls geronnenen

Inhalte des Nervenhügels entstehen. Es giebt nun kaum ein beseres Mittel zur Erreichung einer vollkommenen Gerinnung des Muskelinhalts, als saures chromsaures Kali. Der Muskel erstarrt darin zu einer spröden und festen Masse, und es bedarf darum weiter keines Wortes der Erklärung, wenn die vorher ganz matte und unbestimmte Grenze zwischen der Nerven- und zwischen der Muskelsubstanz sich nach dieser Behandlung in eine straffe Linie verwandelt. Es geht daraus vermutlich nur das ganz interessante Resultat hervor, dass der Inhalt des Nervenhügels auch chemisch von der einfach brechenden Grundsubstanz des Muskels verschieden sei, wofür indessen schon das granulirte Aussehen des Ersteren sprach. Ausser diesem Versuche, den ich an den Muskeln aller Thiere, welche ich untersucht habe, wiederholte, greift aber Krause noch zu einem Trugschluss auf optischem Gebiete. Er giebt zwar sehr richtig an, dass das Endorgan des Nerven die cylindrisch geformte Muskelfaser in einer gewissen Ausdehnung umgreife, und zeigt nun, wie man in Folge davon in Profilbildern dasselbe ausserhalb des Cylinders sehen könne. Ein Gegenstand, der aber unter Umständen auch ausserhalb eines Cylinders sichtbar werde, könne unmöglich innerhalb desselben liegen. Hiergegen ist, wie Jermann einsieht, zu bemerken, dass die Muskelfasern meist gar nicht cylindrisch sind, sondern sehr vielgestaltige Formen auch im frischen Querschnitte zeigen, und dass es sich auch bei einer zufällig cylindrischen Faser doch immer nur um einen auf den Cylindermantel angesetzten Kegel handelt, von dem es eben nur fraglich ist, ob er in einer Ausbuchtung des Sarcolemma liege. Soviel zur Zurückweisung der von Krause versuchten Begründung seiner Ansicht.

Will man nun aber auch die Differenz zwischen den Erscheinungen an den beiden Grenzen des Nervenhügels nicht als beweisend gelten lassen für die Ansicht, welche das Organ unter das Sarcolemma verlegt, so kann noch Folgendes dafür beigebracht werden.

Die Zahnelung der unteren Grenze röhrt nur von den daran stossenden Sarcous elements her. Behandelte ich den Muskel nämlich mit Reagentien, welche die Querstreifen von einander ent-

fernen, liess ich ihn sich aufblättern in gequollene Querscheiben, durch irgend eine verdünnte Säure, wie Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure u. s. w., so wurde auch die Zähnelung an der Grenze zwischen Nervenhügel und contractiler Substanz weitläufiger, und zwar wieder genau entsprechend den jetzt weiter auseinander gerückten Scheiben von einfach brechender und doppelt brechender Substanz. Da indessen die Zähnelung immerhin in den seitlichen Grenzen der Querstreifen ihren Grund haben, nichtsdestoweniger aber noch eine besondere Membran den Nervenhügel von der contractilen Substanz trennen konnte, so habe ich auch hierüber besondere Versuche angestellt. Diese Membran soll nach Krause eine Fortsetzung der Nervenscheide, soll eine Bindegewebsmembran sein, und die Kerne des Organs sollen ausschliesslich in diese Membran eingelagert sein.

Auch von der Richtigkeit dieser Angabe konnte ich mich nicht überzeugen. An Profilbildern sieht man deutlich auch Kerne mitten in dem Hügel liegen, ganz so wie es Krause zeichnet, wenn nämlich seine Abbildung Fig. 1. einer bestimmten Einstellung entnommen ist. Durchschnittlich fand ich in der den Nervenhügel bedeckenden Membran keine Kerne, und in den seltenen Fällen, wo ich Kerne, welche in Gestalt und Grösse mit den Kernen der Nervenscheide übereinstimmten, auf den Nervenhügel übertraten sah, war die Differenz zwischen den im Innern der granulirten Masse befindlichen grossen klaren Kernen sehr auffällig. Besonders ist hierfür die Untersuchung von Kaninchenmuskeln zu empfehlen, wo die Kerne der Hügelsubstanz besonders gross sind, und deutlicher von den Muskelkernen und denen der Nervenscheide abstechen. Bei der häufig sehr beträchtlichen Grösse des Nervenhügels des Kaninchens ist es ferner leicht, in Flächenansichten die Einlagerung der Kerne in ganz verschiedenen Tiefen des Hügels nach entsprechender Einstellung des Mikroskops zu erkennen. Da man allerdings nicht selten auch kleine Bindegewebskerne auf dem Nervenhügel liegen sieht, so vermuthe ich, dass Krause, der sich vor diesen Störenfrieden nicht hinlänglich hüten konnte, weil er nicht Gewicht genug auf die Isolation der Muskelfasern legte, diese Körper mit in seine Beschreibung hineingezogen habe.

Wie vorhin erwähnt, kann man aber den ganz positiven Nachweis führen, dass die bedeckende Membran des Nervenhügels aus Sarcolemma besteht. Dass es sich hier nicht um Bindegewebe handelt, sieht man klar an mit Säuren behandelten Präparaten, da sich keine Spur von Aufquellung an der Hügelmembran zeigt. Welches Bindegewebe widersteht ferner einer längeren Einwirkung von Salpetersäure und chlorsaurem Kali? Das Sarcolemma dagegen und die Nervenscheide sind zur Zeit, wo die Muskeln darin in ihre einzelnen Fasern zerfallen, noch vollkommen heil, und da an solchen Präparaten die Nerven noch mittelst des Hügels, den man allerdings etwas geschrumpft im Profilbilde noch sehr gut sehen kann, an der Muskelfaser festhaften, so geht aus diesen Bildern unzweifelhaft hervor, dass eine innige Verbindung zwischen Nerv und Muskelfaser besteht. Man kann aber auch zeigen, dass es sich hier nicht etwa um eine Verwachsung, oder wenn dies Wort überhaupt einen Sinn haben soll für sich berührende differente Flächen, um eine Verklebung durch irgend eine dazwischen befindliche, sonst schon bekannte Kittsubstanz handelt. Die Kittsubstanz des intermuskularen Bindegewebes löst sich in Kalk- oder Barytwasser. Behandelt man die Muskeln der Meerschweinchen damit, so fallen die Nervenfasern mit ihren Endhügeln nicht von den Muskelfasern ab, und auch an mit Nadeln isolirten Muskelfasern, ja bei keiner Art der Dehnung oder Zerrung löst sich ein Nervenhügel von der Muskelfaser ab. Endlich findet eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen der Schwann'schen Nervenscheide, dem Sarcolemma und der den Nervenhügel bedeckenden Membran statt. Krause meint zwar, seine Bindegewebsmembran, deren Resistenz gegen Säuren ihm allerdings bekannt ist, sei nicht so resistent gegen Kali als das Sarcolemma. Ich habe mich davon nicht überzeugen können, da ich überhaupt nicht weiss, wie man durch die Behandlung mit concentrirtem Kali zu ordentlichen Ansichten der Nervenendigung gelangt, wo sich ein früheres Angegriffenwerden der Hügelmembran beurtheilen liesse.

Bei langer Behandlung der Muskeln mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali zeigt sich hingegen Folgendes. Die anfangs bräunlich gefärbten Muskeln werden allmälig ganz hellgelb und äusserst

weich, so dass sie auch der Quere nach leicht zerfallen. So wie an den äusseren Rändern der hineingelegten Muskelstückchen diese Veränderung begann, nahm ich sie heraus und schüttelte sie nur kurze Zeit mit destillirtem Wasser. Einzelne Muskelfasern waren auch in den äussersten Schichten noch vollkommen erhalten, zerfielen aber sehr rasch zu kleineren Stückchen und Klümpchen bei schwachem Drücken auf das Deckglas. An solchen Muskelfasern giebt es nun kein Sarcolemma mehr, dasselbe ist vollkommen aufgelöst, und darin liegt der Grund für das leichte Zerfallen der Muskelfasern, die jetzt nur noch aus geronnenen Strängen von veränderten Eiweisskörpern bestehen. Zur selben Zeit findet man aber auch immer die Schwann'sche Scheide der Nerven gelöst und die Nervenfasern bestehen nur noch aus rosenkranzförmigen, höchst sonderbar aussehenden Strängen, gebildet durch Reihen von stark glänzenden Kugeln, welche ohne Zweifel als Produkte aus dem veränderten Nervenmark anzusehen sind. Trotz alledem hängen an solchen Muskelfasern noch Nervenfasern fest, und zwar mit der ganz charakteristischen Einschnürung am Ende und mit dem Zwischengliede eines kleinen, aus Bröckeln bestehenden Hügels. Es gelingt also, den Muskel mit seinem Nervenhügel und seiner Nervenfaser aus Sarcolemma, Hügelmembran und Nervenscheide herauszuschälen, es gelingt dies mit ein und demselben Reagens; alle drei Membranen lösen sich zu gleicher Zeit darin auf. Zu dem versprochenen Beweise dürfte dies genügen, denn es geht daraus hervor, dass Nervenscheide und Sarcolemma ein continuirliches Rohr bilden, überall von demselben chemischen Verhalten. Was für den Frosch früher umständlich erwiesen wurde, was für die Nerven und Muskelhüllen eines Insektes nachgewiesen wurde, ergiebt sich jetzt für die ganze Thierreihe als ein allgemein gültiges Gesetz.

Die granulirte Nervenmasse, welche mit ihren Kernen den Nervenhügel erfüllt, erstreckt sich, und davon kann man sich leicht bei den Muskeln aller Thiere überzeugen, niemals in das Innere der contractilen Muskelsubstanz hinein. Sie umgreift vielmehr, wie es Krause sehr richtig bezeichnet, die Muskelfaser in einer gewissen Ausdehnung, und daher kann in unvollkommenen Profilbildern der Anschein kommen, als ob die Substanz sich zwischen

die Querstreifung ein senke. Wenn die Muskelfasern indessen noch erregbar sind, ihr Inhalt weich und flüssig ist, — und das Deckglas die Fasern abplattet, so kann man namentlich an solchen Fasern, welche durch ihre Lage den irgendwo festhaftenden Nerven in Spannung versetzen, den Nervenhügel als ein ganz plattes Dreieck erkennen. Niemals reicht etwas von dem granulirten Inhalt des selben in die Axe der Muskelfaser hinein, und ebenso findet niemals eine Berührung desselben mit den bei den meisten Warmblütern zwischen contractiler Substanz und Sarcolemma gelegenen Kernen (den früher als Kernen des Sarcolemmas jetzt als Muskelkernen bezeichneten Körpern) statt, obgleich die Kerne des Nervenhügels mit einer Seite die contractile Substanz und mit der anderen die granulirte Masse berühren können. Jeder Grund für eine solche Behauptung würde natürlich fallen, wenn man nicht genöthigt wäre, einen Unterschied zwischen den Formen der Muskelkerne und der Hügelkerne aufrecht zu erhalten. Bei allen darauf untersuchten Thieren fand ich die Muskelkerne durchschnittlich länglicher und schmäler als die des Nervenhügels, ein Unterschied, der besonders deutlich nach der Behandlung mit sehr verdünnter Essigsäure wurde, worin die Muskelkerne zu stäbchenförmigen Körpern zusammenschrumpften. Präparate von Kaninchenmuskeln sind hierfür besonders lehrreich.

Nach den Angaben von Krause soll der Nerv hinter der Einschnürung, bis wohin er doppelt contourirt erscheint, noch einen oder mehrere Fortsätze in den Nervenhügel hineinschicken, welche mit schwach kolbigen Enden darin aufhören. Nach dem Erscheinen der Krause'schen Mittheilungen habe ich mit unausgesetzter Aufmerksamkeit nach diesen kolbigen Endanschwellungen gesucht, allein niemals auch an den klarsten und frischesten Objecten eine Spur davon wahrnehmen können. Ich habe die Objecte mit Mikroskopen von Hartnack, von Schieck und von Belthle, mit den besten bekannten Vergrösserungen, mit allen möglichen und auch den von Krause angewendeten Reagentien, mit schwacher Erwärmung der Muskelfasern, mit und ohne Zusatz von Serum gleich nach dem Tode der Thiere betrachtet, aber trotz eines starken Vorurtheils für die Existenz solcher kolbigen Endigungen nie

Etwas der Art in den Nervenhügeln finden können. Der Nerv schien sich überall einfach stumpf in den Hügel einzusetzen und ich stehe darum nicht an, anzunehmen, dass der Inhalt desselben, der Axencylinder, oder wenn dieser als ein mit Flüssigkeit gefülltes Rohr angesehen werden soll, der Inhalt des letzteren ein Continuum mit der Substanz des Nervenhügels bilde. Auch die kurzen gablichen Theilungen des Axencylinders, wie man sie in der Hügelmasse bei Insekten sieht, sind mir beim Hunde, beim Kaninchen und beim Meerschweinchen nicht vorgekommen, und nur bei der Ratte erinnere ich mich einmal eine Andeutung davon gesehen zu haben.

Als ich die Untersuchung der Nervenenden zur Prüfung der Angaben von L. Beale bei den Muskelfasern des Psoas und des Gastrocnemius grosser weisser Ratten begann, stiess ich öfter auf eine sehr eigenthümliche Form der Endigung, die ich hier beschreiben will, obgleich sie nicht die Norm, sondern offenbar ein noch unbekanntes Stadium der Entwicklung betrifft. Ich sah nämlich mehrere Muskelfasern an der Stelle, wo ein einfacher oder ein gablig getheilter Nerv mit zwei Aesten in die kernhaltige Masse des Nervenendes überging, in toto spindelförmig aufgetrieben durch eine bedeutende Zahl von grossen kugligen, hellen und ganz durchsichtigen Blasen. Der Nerv endete hier nicht mit einem ausgesprochenen Hügel, sondern setzte sich unmittelbar an das aufgetriebene Sarcolemma an. Zwischen den kugligen Blasen befand sich eine geringe Menge fein granulirter Masse, und nahe an den doppelt contourirten Nervenenden eine grosse Anzahl von darin eingebetteten trüben, theils spindelförmigen kernartigen Körpern. Wie aus der Abbildung (Fig. 10) hervorgeht, verdrängt diese Masse den quergestreiften Muskelinhalt aus allen Theilen der grossen spindelförmigen Anschwellung, und die Querstreifung beginnt erst an den beiden Ausläufern der Spindel allmälig mit kleineren und unterbrochenen Scheiben der Sarcous elements. Aber auch hier zeigten sich noch die kugligen Körper, welche den Hauptinhalt der Spindel bilden, indessen spärlicher und mit einem trüben granulirten Inhalte gefüllt. Solche Körper setzten sich noch eine Strecke weit genau in der Axe der Muskelfaser in immer grösser werden-

den Abständen fort, während in den letzteren zugleich deutlich eine Fortsetzung der fein granulirten Masse sichtbar war. In etwas weiterer Entfernung von dem Nervenende und der spindelförmigen Anschwellung der Muskelfaser war aber auch hiervon Nichts mehr zu sehen, der contractile Inhalt verhielt sich dort wie in jeder anderen Faser. Solche Bilder, wie sie die Abbildung darstellt, und zwar mit einer vollständigen Verdrängung des contractilen Inhalts in allen Dicken der spindelförmigen Anschwellung, sah ich noch an zwei Exemplaren von Muskelfasern aus dem Gastrocnemius einer ausgewachsenen weissen Ratte, andere ganz gleiche Bilder an Fasern aus dem Psoas eines anderen Thieres von derselben Grösse. Ausserdem habe ich noch ähnliche Präparate erhalten aus den Muskeln anderer weisser Ratten, mit dem Unterschiede jedoch, dass nicht selten die Anhäufung von kugligen Massen zum Theil auch unweit der Eintrittsstelle des Nerven von quergestreifter Substanz bedeckt wurde. Ueberall wo die Muskelfasern das geschilderte Bild in der Gegend des Nerveneintritts zeigten, handelte es sich um ein Eindringen von ungewöhnlich dicken Nervenfasern, von Fasern, welche 4mal so breit erschienen als die übrigen Nerven, die in der gewöhnlichen Weise mit ganz ähnlichen kernhaltigen Hügeln endeten, wie es beim Meerschweinchen beschrieben wurde. Die in die Muskelpindel eingelagerten blasigen Gebilde zeigten auch nicht selten eine durch gegenseitige Abplattung bedingte sechseckige Form. Ich kann nicht sagen, welches die Bedeutung dieser merkwürdigen Nervenendigung sei, zweifle aber nicht, dass sie charakteristisch ist für einen Zustand des noch nicht vollendeten Wachstums der Muskelfaser, da sie nur an den schmäleren Fasern vorkommt, die sich gleichzeitig durch eine sehr breite Querstreifung auszeichnen. Die Abbildung Fig. 10 wurde nach einer ganz frischen noch lebenden in Serum liegenden Muskelfaser gezeichnet.

Nach allem Angeführten scheint die zuerst von Beale auch für die Warmblüter aufgestellte Ansicht, dass die motorischen Nerven zwischen den Muskeln, intermuskulär, mit einem Netze von feinen blassen, nicht doppelt contourirten und mit Kernen besetzten Fasern enden, kaum einer Widerlegung mehr zu bedürfen. Die

Einsicht der Originalabhandlung von Beale \*), sowie die Untersuchung der Muskelfasern derselben Thiere, welche Beale benutzte, hat mich nur in der Ansicht bestärken können, dass den englischen Forscher eine Verwechslung mit dem intermuskulären Bindegewebe über den wahren Sachverhalt getäuscht habe. Die Möglichkeit, welche ich vor einem Jahre zur Erklärung der Differenz zwischen unseren Beobachtungen heranzog, nämlich die Auffassung eines Theils der Beale'schen Netze als Gefässnerven, oder als andere nicht zur contractilen Substanz gehörige Nerven, will ich auch heute noch nicht hinwegräumen, von der entgegengesetzten Seite darf aber dafür sicher nicht mehr behauptet werden, diese Gebilde seien die Nerven, welche die Bahnen für die Erregung der Muskelcontraction liefern.

Als vor einem Jahre zuerst die Behauptung aufgestellt wurde, die Nerven endeten auch bei einem Wirbelthiere, beim Frosch, unter dem Sarcolemma, entschied sich Herr A. Kölliker in Würzburg nach einer in 14 Tagen in grosser Hast angestellten Untersuchung sogleich für die von Beale zuvor vertretene Ansicht \*\*). Herr Kölliker hat in meiner kurzen Erklärung \*\*\*) über die Entstehung seiner Ansichten einen persönlichen Angriff erkannt, gegen den er sich zu wahren vermeinte, wenn er sich durch den Herrn Verleger meiner Schrift das Zeugniss ausstellen liess, dass er von meinen Mittheilungen nicht früher als andere Leute Kenntniss nehmen konnte. Da ich den Vorwurf des Gegentheils Herrn Kölliker niemals gemacht habe, so war die Entschuldigung überflüssig, und meine Bewunderung der Geschwindigkeit, mit welcher Herr Kölliker einen so wichtigen Gegenstand zu bearbeiten vermochte, bleibt so gross, wie früher. Die Identität der Dinge aber, welche Herr Kölliker als Enden motorischer Nerven beim Frosch erst vorläufig verkündete, dann ausführlich beschrieb und abbildete †), mit dem, was Beale beschreibt und abbildet, bleibt darum

\*) Philosophical Transactions. Juni 21. 1860.

\*\*) Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift. Bd. III. 8. u. 22. März. 1862.

\*\*\*) Virchow's Archiv. Bd. XXIV.

†) Untersuchungen über die letzten Endigungen der Nerven von A. Kölliker.

Leipzig bei W. Engelmann. 1862.

aber auch bestehen, wie früher. Sollte ich in diesem Punkte Herrn Kölliker persönlich angegriffen haben, so würde ich dies ebenso bedauern, wie ich bedaure, dass Herr Kölliker noch nicht die Differenz zwischen seinen und Beale's Ansichten nachgewiesen hat. Den Letzteren hat sich schliesslich auch noch W. Krause \*) angeschlossen, der für die Endigung der motorischen Nerven beim Frosch „vollständig“ die Kölliker'schen Angaben bestätigt, was ihn indessen nicht verhindert hat, etwas später auch für den Frosch eine Endigung der Nervenfasern mit motorischen Endplatten anzunehmen.

Diesen Angaben gegenüber soll nun für die Nervenfasern des Frosches gern zugegeben werden, dass dieselben mit reichlichen Fortsätzen der Nervenscheide versehen sind, ja dass diese Fortsätze besonders zahlreich an den letzten Endausbreitungen auf den Muskelfasern sichtbar sind. Es soll auch ferner zugegeben werden, dass diese Fortsätze zum Theil wenigstens resistenter gegen sehr verdünnte Säuren sind, als manche Bindegewebsfibrillen des intermuskulären Bindegewebes, und dass sie, wie diese, von Kernen begleitet werden, ächten Kernen, in so fern, als man an denselben auch Kernkörperchen wahrnehmen kann. Bei der Untersuchung der Nervenendigung beim Frosch war es mir aber vor allen Dingen darum zu thun, Gebilde, welche in Leim verwandelt werden können, auszuschliessen, und ich wandte deshalb zwei chemische Isoliermethoden der Muskelfasern an, welche nur deshalb wirksam waren, weil diese Elemente dabei aufgelöst wurden. Herr Kölliker scheint mich namentlich in diesem Punkte vollkommen missverstanden zu haben, wenn er sich anschickte, bessere Methoden zu ersinnen und so darauf gerieth, wieder einmal Muskeln in toto mit Allem, was ausser Muskelfasern und Nerven noch drum und dran hängt, zu untersuchen, wenn er neue Säuregemische probierte, schwach genug, um noch Reste des Bindegewebes zu erhalten \*\*), und wenn er

\*) Bemerkungen über einige histologische Controversen von W. Krause.

\*\*) Wie resistent manche Faserzüge des Bindegewebes gegen sehr verdünnte Säuren sind, lehrt folgender Versuch. Man reisse von der unteren Fläche eines Froschgastrocnemius etwas von dem feinen und durchsichtigen Bindegewebe ab und lege die erhaltene Flocke auf den Objekträger in einen Tropfen Es-



schliesslich auch noch den Muskel in Magensaft verdauete. Dass Herr Kölliker hierbei Präparate erhielt, wie er sie abbildet, kann Niemand weniger bezweifeln als ich, dass aber die ganzen schönen verästelten Figuren verschwinden, welche in den Abbildungen für motorische Nervenenden ausgegeben werden, wenn man die Präparate nach meinen Methoden behandelt, und dass dabei gewisse Figuren, wie sie Herr Kölliker z. B. in Fig. 1. Taf. XIII. ganz richtig zeichnete, bestehen bleiben, hätte den Vertretern der Bealeschen Ansicht eine einzige genaue Wiederholung meiner Versuche mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure, oder der Umwandlung des Bindegewebes in Leim zeigen können. Neuere Beobachtungen an so behandelten Präparaten haben mich belehrt, dass auch beim Frosch die Verbindung der Nervenscheide mit dem Sarcolemma eine ausserordentlich feste ist. Behandelt man Froschmuskeln mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure bis zu dem Grade der Einwirkung, wo die Fasern noch durch die Capillaren zusammengehalten werden, so kann man sie mit Nadeln isoliren und dann durch Streichen mit einem Pinsel vollständig von dem zierlichen Netz der Capillargefässen befreien. Niemals wird es aber dabei gelingen, den Nerven mit seinem Endbusche zu entfernen, derselbe kann zwar sehr kurz abreissen, sein Stumpf bleibt indessen fest haften. An solchen Objecten ist die wahre intramuskuläre Nerven-

sigäure, der auf 100 Ccm. Wasser 12 Tropfen der concentrirtesten Säure enthält. Obgleich der Tropfen nach dem Hineinlegen der Flocke immer noch sehr deutlich sauer reagirt, so erscheinen doch die meisten Bindegewebsfibrillen noch scharf von einander gesondert, ohne erhebliche Aufquellung. Legt man jetzt die Flocke einige Zeit in eine beträchtliche Menge derselben Säure, so wird man sie im Allgemeinen zwar stärker gequollen finden, allein eine grosse Anzahl von Bindegewebsfibrillen ist immer noch deutlich erkennbar. Erst wenn man das Bindegewebe in eine 10mal concentrirtere Säure eintaucht, verschwinden alle Fibrillen, und nun erst kann man nach dem Ausschlusse dieser, deutlich beurtheilen, welche Faserzüge dem elastischen Gewebe angehören. Ganz so, wie das Bindegewebe zwischen den grösseren Muskeln, verhält sich auch dasjenige, welches zwischen den einzelnen Muskelfasern liegt und es kann darum nicht überraschen, wenn Herr Kölliker bei seinen Methoden unverändertes Bindegewebe mit deutlichen Faserzügen erhielt, da seine Säure zu verdünnt war um die bindegewebigen Anhängsel der Nervenscheiden aufzuspannen zu machen.

endigung meist noch ziemlich wohl erhalten, und auch auf diese hat selbstverständlich die mechanische Behandlung mit dem Pinsel gar keinen Einfluss. Ich will nur kurz darauf zurückkommen, dass durch Einwirkung von HCl von 0,1 pCt. an den isolirten Muskelfasern der ganze contractile Inhalt in eine dünnflüssige Lösung verwandelt werden kann, und dass man in dieser, wie ich bei sehr häufigen Wiederholungen des Versuches sah, die Nervenenden flottiren sehen kann. Diesen jedenfalls entscheidenden Versuch hat Herr Kölliker seinen Angaben zufolge nie so wiederholt, wie es nöthig ist, er hat sich einfach begnügt das Aufblättern der contractilen Substanz nicht isolirter Fasern durch verdünnte Salzsäure zu besehen, und ob er dabei den Druck des Deckgläschen auf die so ausserordentlich weichen Muskelfasern vermied, hat er nicht einmal angegeben. Dem einen Versuche Kölliker's gegenüber, der für das Enden der Nerven auf dem Sarcolemma sprechen soll, nämlich dem Versuche, den Muskelinhalt mit der Nervenendigung aus dem Sarcolemma herauszutreiben, setze ich nur die Frage gegenüber, ob Herr Kölliker etwa glaubt, dass er die contractile Substanz nach der Behandlung mit verdünnter Salzsäure heil aus dem Sarcolemma herausbekommen könne, und ob er glaubt, dass der Nerv beim Herausfliessen der Syntoninlösung gleich abreißen brauche.

Klare und scharfe Profilbilder können auch am lebendigen Froschmuskel zur Anschauung kommen, welche keinen Zweifel über das Durchtreten des Axencylinders durch das Sarcolemma lassen, und es giebt eine zuverlässige Methode, welche Jeden in den Stand setzen wird, den wahren Sachverhalt mit sehr wenig Aufwand an Geduld zu erkennen. Eine methodische Präparation des Gastrocnemius ist dazu ausreichend und diese selbst sehr einfach, da man nur den Muskel mit der Achillessehne vom Unterschenkel abschneiden, umzudrehen und durch einen längs der unteren Fläche nach unten geführten Zug an der äusseren und oberen Sehne zu zerspalten braucht. Schneidet man jetzt mit der Scheere die kurzen Fasern, welche sich auf der gefiederten Oberfläche darbieten, an ihren beiden Enden ab, so kann man Faser für Faser einzeln herausnehmen und mit dem Bindegewebe, Capillaren und Nerven

frisch in Froschserum unter das Mikroskop bringen. Bei Befolgung dieser kleinen Kunstgriffe erhält man Bilder, welche über dem Nerveneintritt meist sehr deutlich die Bekleidung der Nervenscheide mit bindegewebigen Fortsätzen zeigen, und gerade an Profilbildern solcher Objecte sieht man am besten den Eintritt des Nerven, und den Gegensatz zwischen intramuskulären Axencylindern und den auf dem Sarcolemma, so weit hin, wie es Kölliker abbildet, verlaufenden Fortsetzungen der Scheide mit ihren Kernen. Die schönen Netze an denselben, welche Beale, wie mir scheint, etwas zu massiv, Kölliker etwas gar zu verschämt abbildet \*), gestatten immer noch einen Durchblick durch das Sarkolemma, durch welches man die Nervenendknospen als glänzende Körper schimmen sieht.

Von dem complicirten Bau der Bindegewebszüge und von der Möglichkeit einer Trennung derselben in Scheide und Axencylinder, konnte ich an dem Object selbst ungefähr so wenig sehen, wie an den Zeichnungen von Kölliker, deren Naturwahrheit überhaupt nur so weit reicht, als zur Erkennung der bindegewebigen Natur der für Nerven ausgegebenen Gebilde nöthig ist. Besonders empfehlen sich in dieser Hinsicht Taf. XII, Fig. 5 e oben, Fig. 6, Fig. 4 besonders links in e und Fig. 3 b ganz links, a. a. O.

Bei der Untersuchung frischer Objecte habe ich einen Fall beobachtet, in dem eine leere Nervenscheide ohne umgebendes Bindegewebe rechtwinklig an dem Rande des Sarcolemmas haftete, wo ich in Zweifel gerathen wäre, ob es sich nicht gar um ein in die Muskelfaser eintretendes Lymphgefäß handeln könnte, wenn ich nicht der anderen Deutung den Vorzug gegeben hätte, dass es sich hier um eine aus der Scheide und aus dem Lumen des Sarcolemmas sammt ihren Endorganen herausgerissene Nervenfaser handelte.

Kölliker und Krause, sowie Margo \*\*), bestreiten schliesslich auch die Existenz besonderer Endorgane, der Nervenendknospen, an den letzten Endausbreitungen der marklosen Nervenfasern. Die

\*) Medicinische Centralzeitung, redig. von Posner. 1863.

\*\*) Ueber die Endigung der Nerven in der quergestreiften Muskelsubstanz. Von Ph. Margo. Pest, bei B. Lampel. 1862.

Ersteren erklären dieselben für „einfache, gewöhnliche Zellenkerne“. Ich glaubte einen guten Grund zu haben mit der Bezeichnung der Endorgane als „Kerne“, besonders als „Zellenkerne“ nicht allzu freigiebig zu sein, und vernahm später mit einiger Verwunderung die Gründe, welche Herr Kölliker für seine kühne Benennung anführt. Dass denselben dies Bild entgangen ist, das ich für diese Besatzkörperchen des intramuskulären Axencylinders gegeben, scheint mir natürlich, da er dem Aussehen derselben im ganz frischen Zustande sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt zu haben scheint, wie aus der Angabe hervorgeht, dieselben seien dann äusserst zart und blass, während sie doch granulirt und glänzend sind. Schon hierin liegt eine optische Differenz zwischen den Kernen der Nervenscheide und denen des Muskels selbst. Ausserdem sind diese Gebilde stets schwach gekerbt, und ich sah in dem Allen natürlich keinen Grund, sie mit den beiden in ihrer Nähe vorkommenden Gebilden (den Kernen der Nervenscheide und denen des Muskels) gleich zu benennen. Herr Kölliker geht aber noch um einen Sprung weiter, er nennt sie einfach Zellenkerne. Beweis? Nicht der Schatten eines Beweises kann bis heute dafür beigebracht werden, dass die Dinge, welche alle Welt nackte Kerne nennt, auch sämmtlich Zellenkerne seien, wie viel weniger kann von einem Beweise die Rede sein, dafür, dass die Gebilde, um welche es sich hier handelt, die Bedeutung eines Zellenkernes besitzen. Ja selbst eine spätere Entdeckung von Zellen als Mutterorgane der Nervenendknospen könnte die heute in der Ertheilung des Namens ohne Nöthigung ausgesprochene Behauptung nicht rechtfertigen. Den Angriffen der Herren Kölliker und Krause gegen die Richtigkeit der Darstellung des feineren Baues der Nervenendknospen kann ich nur die oft wiederholte Untersuchung denselben entgegensetzen. Es ist, wie ich dabei sah, durchaus nicht nöthig, so colossale Vergrösserungen anzuwenden, wie diejenigen, deren ich mich früher bediente. Das Hartnack'sche System 10 mit dem allerschwächsten Oculare zeigt unter günstigen Umständen bei einer 400maligen Vergrösserung sehr deutlich das von mir geschilderte Bild. Zur Wahrnehmung desselben muss aber das Organ vollkommen frisch sein, und die Lagerung so günstig, dass die Endknospen weder auf der quer-

gestreiften Substanz ruhen, noch von derselben bedeckt werden. In solchen reinen Profilbildern kann man selbst bei schwächerer Vergrösserung ganz deutlich erkennen, dass die Endknospen gestielt sind, und es wird unter den angegebenen günstigen Umständen dann auch gelingen, den centralen Faden als Fortsetzung des Stiels zu erkennen, der in eine allerdings nicht immer gleich deutliche innere Endanschwellung übergeht. Krause vergleicht zwar diese Beschreibung mit Valentin's Erzählungen von den Samenfäden des Bären und mit Stilling's Beschreibung der Nervenfasern und Ganglienzellen. Angesichts der neueren Erfahrungen über den complicirten Bau vieler Nervenfasern dürfte er darin indessen keinen besonders glücklichen Griff gethan haben. Ob Herr Krause eigene Beobachtungen über den Bärensamen angestellt, sagt er nicht. Herr Kölliker meint, dass bisweilen über die Nervenbesatzkörperchen Falten verlaufen, und will etwas Aehnliches auch an den Kernen der Nervenscheide gesehen haben. Ich kann mich zwar nicht rühmen, an frischen Kernen der Nervenscheide derartige Falten je gesehen zu haben, für die Nervenendknospen kann ich aber mit aller Bestimmtheit behaupten, dass sie keine Längsfalten besitzen, sondern dass die centrale Linie darin herrührt von einer im Inneren liegenden Faser, die bei der Zerstörung des Organs in der aufgeblähten Umhüllungsmasse sichtbar wird.

Offenbar handelt es sich nach der gegebenen Beschreibung der Nervenendigung beim Frosch, aus welcher eine sehr beträchtliche Verschiedenheit der Nervenendorgane gegen die bei den Muskeln der Warmblüter beobachteten Formen hervorgeht, um zwei Typen der Endigungsweise, welche bis heute unmöglich auf ein einfaches Gesetz bezogen werden können. Der Nerv dringt zwar überall durch das Sarcolemma hindurch und tritt in unmittelbare Berührung mit der contractilen Substanz, allein die Organe, welche diese Berührung vermitteln, zeigen eine überraschende Verschiedenheit. Dies gilt nun nicht allein für den Frosch, sondern sicher auch für manche andere Thiere. Bei den Fischen ist die Endigungsweise ähnlich wie bei jenem und ebenso beim Proteus. Eine ganz ähnliche Endigungsweise fand ich ferner bei der Kröte, deren

Muskeln man nach denselben Methoden untersuchen kann, wie die des Frosches. Die Untersuchung wird nur etwas erschwert, weil die Nerven sehr leicht an der Durchtrittsstelle durch das Sarcolemma abreissen, und dies geschieht, wie es scheint, darum so leicht, weil der Nerv nicht ganz bis zum Sarcolemma von der Markscheide eingeschlossen wird, wenigstens konnte ich zwischen den markführenden Fasern und ihrer Eintrittsstelle immer ein kurzes markfreies Stück erkennen. Die intramuskulären Axencylinder gleichen ganz denen des Frosches, während die Besatzkörperchen (Endknospen) etwas gedrungener und noch stärker glänzend aussehen als dort. Ueber den feineren Bau derselben konnte ich bisher Nichts bestimmtes ermitteln. Die einzige Abweichung, welche ich von dem Verhalten der Endigung beim Frosche sah, bestand in dem Fehlen der Endknospen an einigen Zweigen des Axencylinders, die hier bisweilen ganz besatzlos sind, und nur in eine feine Spitze auslaufen. Auch diese Axencylinder zeigen nicht selten gezähnelte Ränder, wie man es auch beim Frosche bisweilen sieht, ich vermag aber nicht zu sagen, ob die Zähnelung nicht von der Begrenzung durch die nebenliegenden Sarcous elements herrührt.

Sollte für alle Thiere, deren Nerven mit ausgebreiteten nakten Axencylindern unter dem Sarcolemma enden, eine Uebereinstimmung in dem Bau der Besatzkörperchen nachgewiesen werden, so hätte man diese Endigungsweise als einen verbreiteten Typus aufzufassen. Der zweite Typus würde durch die Endigung mit Nervenhügeln repräsentirt werden, der freilich sehr vieler Modificationen fähig zu sein scheint. Von besonderem Interesse sind in dieser Beziehung die Beobachtungen von Waldeyer\*), welcher bei Astacus den Axencylinder nach dem Durchtritt durch das Sarcolemma direkt in die fein granulirte, mit Kernen durchsetzte Masse übergehen sah, welche, wie man aus Haeckel's Beschreibung weiss, den contractilen Muskelinhalt wie ein Mantel umgibt. Welches auch immer die Bedeutung dieser Masse während der Entwicklung des Muskels sein mag, sicher scheint der Nerv sich in diese gleichsam aufzulösen. Gerade an den Eintrittsstellen soll nach Waldeyer's Beschreibung auch bei Thieren, wo die Masse einen fast

\*) a. a. O.

vollständigen Mantel um die contractile Substanz bildet, eine Anhäufung derselben sich finden. In welcher Ausdehnung man in solchem Falle die Masse noch als Nervensubstanz auffassen dürfe, lässt sich natürlich anatomisch nicht feststellen. Im Anschluss an diese wichtigen Beobachtungen von Waldeyer wird die Bedeutung der Körnerreihen, welche ich früher als Fortsetzungen des Nervenhügels bei *Hydrophilus piceus* beschrieben habe, etwas klarer. Es ist zwar von Aeby geltend gemacht worden, diese Gebilde könnten unmöglich Nervenendorgane oder Ausläufer der Nervenendigung sein, da sie Organe seien, welche als Reste der Entwicklung des Muskels aufgefasst werden müssten. Wir kennen die Entwicklung des intramuskulären Nerven noch nicht, da aber der Nerv doch mit einem Ende in der Muskelfaser liegt, so wird es erlaubt sein zu schliessen, dass auch manche Dinge, die man bei der Entwicklung der Muskelfaser beobachtet hat, für die Nerven darin von einiger Bedeutung seien.

Ich habe auch diesen Gegenstand einer erneuten Prüfung unterzogen, und muss mir erlauben, die Existenz der von mir als Fortsetzungen des Nervenhügels erkannten Körnerreihen bei *Hydrophilus piceus* zunächst gegen die Angriffe von W. Krause in Schutz zu nehmen. Krause hat in dem Glauben, dass ein Insekt so gut sei wie das andere, die Muskeln der Fliege untersucht, und damit der Natur zu zeigen versucht, wie sie es bei dem Wasserläufer hätte machen sollen. Bei der Fliege liegt nämlich in der Axe der Muskelfaser, wie dies schon aus den Beschreibungen von Amici bekannt ist, eine Säule von mehr oder minder deutlichen Kernen, auf diese folgt ein dicker Mantel von contractiler Substanz, der durch einen dazwischen geschobenen Mantel von Kernen und granulirter Substanz noch einmal unterbrochen wird. Man kann dies Alles an Querschnitten, welche man mit einem scharfen Rätsirmesser selbst bei frischen Fliegenmuskeln leicht anfertigen kann, sehr deutlich erkennen, und wenn man das Präparat gar nicht mit einem Deckglase beschwert, sondern sich dasselbe gegen die untere Fläche des Glases nur ansaugen lässt, so überzeugt man sich bald von der Richtigkeit und der erstaunlichen Treue des Bildes, welches Amici davon gegeben hat. Hätte Krause sich statt des sogen.

optischen Querschnitts einmal den wirklichen Muskelquerschnitt angesehen, so würde er mit mehr Achtung vor dem verdienstvollen Italiener Anstand genommen haben, die vortreffliche Abbildung, welche noch dazu mit Amici's Anschabung von der Struktur der Muskelfaser gar nicht stimmt, also nicht construirt sein konnte, ins Reich der Mährchen zu verweisen. Ich kann nicht sagen, ob die radiäre Streifung in dem Bilde von einer radiären Anordnung der Sarcous elements in ihren einzelnen Scheiben herröhrt, oder ob sich die contractile Substanz auf dem Querschnitte wie die Blätter aus einem Kelche hervorwölbt. Die Richtigkeit des Bildes ist jedenfalls ausser Zweifel.

Ein solches Bild, wie man es entsprechend dem Querschnitt beim senkrechten Blicke auf die Richtung der Axe der Muskelfaser bei der Fliege erhält, sieht man indessen niemals an den Muskeln von *Hydrophilus*. Die Körnerreihen, welche Fortsetzungen des Nervenhügels vorstellen, liegen meist so dicht unter dem Sarcolemma, dass dasselbe durch jedes einzelne Korn bauchig aufgetrieben wird. Um keine Worte mehr an der Beschreibung zu verlieren, muss eben auf die früher gegebenen Abbildungen und auf das Objekt selbst verwiesen werden, das auch Herr Krause wenigstens eines Blickes würdigen möchte. Hier ist keine Spur von einem zusammenhängenden Mantel vorhanden, sondern die feinkörnige Substanz zieht sich in langen schmalen Zügen unter dem Sarcolemma hin, und enthält in ziemlich regelmässigen Abständen die Gebilde, welche ich Körner genannt habe. Nach der Beobachtung sehr vieler Muskelfasern von *Hydrophilus* muss ich es für den allerhäufigsten Fall halten, dass der Nervenhügel in zwei mehr oder minder lange derartige Körnerzüge übergeht, der Fall, wo der Nervenhügel nur nach einer Richtung den Fortsatz erkennen lässt, ist seltener. Zuweilen ist der Nervenhügel aber selbst gänzlich frei von solchen Fortsätzen, und man sieht dann nur die genannten Körner die Grenze der Hügelmasse bezeichnen. Ob die Körner Kerne seien, vermag ich nicht zu entscheiden, es wird aber vielleicht erlaubt sein, in ihnen Kernreste zu vermutthen, wenn man erwägt, dass allerdings bisweilen in dem Nervenhügel sowohl, wie auch in den Körnerreihen etwas grössere Gebilde vorkommen, welche weniger granulirt sind, und

dabei zweifelos ein Kernkörperchen enthalten. Im Anschluss an die Beobachtungen von Waldeyer wird die Vermuthung gerechtfertigt sein, dass die Körnerreihen dieselbe Bedeutung haben, wie die Mantelsubstanz der Muskeln von Astacus, man hätte sich vorzustellen, dass die Masse bei *Hydrophilus* von einem vollständigen Mantel auf einzelne Streifen reducirt worden sei. Man sieht z. B. bei den Muskeln von *Hydrophilus* häufig zwei solche Körnerreihen auf jeder Seite hart unter dem Sarcolemma hingehen, und in regelmässigen kurzen Abständen einen mit granulirter Masse und wenigen grösseren Körnern angefüllten Hügel einschliessen, in welchen jedesmal ein Nerv hineintritt. Die Entwicklungsgeschichte muss schliesslich lehren, ob etwas Aehnliches bei den Warmblütern und den höheren Thierklassen besteht, und ob der Nervenhügel als ein Rest von embryonalem Protoplasma mit seinen Kernen anzusehen sei, welcher der Umwandlung in querestreifte Muskelsubstanz entging.

### Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Abbildungen sind bei einer Vergrösserung von 450 gezeichnet.

- Fig. 1. Muskelfaser aus dem Gastrocnemius des Kaninchens, frisch in Serum. N Nerv. a a Kerne der Nervenscheide. H Nervenhügel. b Kerne im Nervenhügel. c Muskelkerne. Die Figur ist mit Veränderung der Focaldistanz gezeichnet, so dass die Kerne aus verschiedenen Tiefen gleich deutlich erscheinen.
- Fig. 2. Muskelfaser vom Gastrocnemius des Kaninchens. Bezeichnung wie oben. Der Nervenhügel ist durch den Druck des Deckglases etwas abgeflacht und zur Seite gebogen (frisch).
- Fig. 3. Muskelfaser aus einem Augenmuskel vom Kaninchen. a Bohnenförmiger Kern des Nervenbügels mit zwei Kernkörperchen. b Kern der Nervenscheide (frisch).
- Fig. 4. Zwei Muskelfasern aus dem Psoas des Kaninchens mit sehr verdünnter Essigsäure behandelt. Bezeichnung wie in Fig. 1. d d Glänzende Kugelchen im granulirten Inhalte des Nervenhügels.
- Fig. 5. Muskelfaser aus dem Gastrocnemius des Meerschweinchens, frisch in Serum isolirt. Bezeichnung wie oben. d d Kerne mit Bindegewebe. e Gezähnelter Contour der contractilen Substanz.
- Fig. 6. Zwei Muskelfasern ebendaher mit verdünnter Essigsäure behandelt. Bezeichnung wie in Fig. 5.
- Fig. 7. Muskelfaser aus einem Augenmuskel des Hundes (frisch in Serum). Bezeichnung wie oben. a' ein Kern mit trübem Inhalt.

Fig. 8. A Muskelfaser ebendaher. Profilbild (frisch in Serum). B Dieselbe Muskelfaser nach dem Zufließen von verdünnter Essigsäure. Die contractile Substanz ist aufgeblättert und sämmtliche Kerne sind stark getrübt und geschrumpft.

Fig. 9. Muskelfaser aus einem Augenmuskel vom Hund. Der Nerv ist stark gedehnt.

Fig. 10. Eine Muskelfaser aus dem Psoas der weissen Ratte. N Gabilig getheilter, sehr dicker Nerv. a a Uebergänge desselben in die Muskelfaser. b b Kernartige Körperchen in einer fein granulirten Substanz. c Sehr durchsichtige kuglige Blasen. d d Kuglige granulirte Körper. e e Granulirte Masse in der Axe der Muskelfaser. f Muskelkern.

Fig. 11. Nervendigung in der Muskelfaser der Kröte (frisch). N Nerv. M Muskelfaser. Die Querstreifung ist nicht mitgezeichnet. a a Kerne der Nervenscheide. b b Nervenendknospen. c Intramuskulärer Axencylinder ohne Nervenendknospen.

---

## XXV.

### Beiträge zur Lehre vom Diabetes mellitus.

Von Dr. Winogradoff in St. Petersburg.

---

In der vorliegenden Arbeit beabsichtigte ich einige Fragen hinsichtlich des künstlichen Diabetes in Folge der Curarevergiftung genauer zu erörtern.

Es schiene daher nicht passend, hier in die Erörterung der existirenden Theorien über das Wesen des Diabetes mellitus als Krankheit einzugehen. Da ich aber schon in diesem Theile meiner Arbeit einige Fragen aus der Pathologie dieser Krankheit (wenn man Diabetes als Krankheit und nicht blos als Symptom auffassen darf) zu berühren Gelegenheit hatte, und da ich mir die fernere Bearbeitung dieser Fragen vorbehalten habe, so erlaube ich mir, die bedeutenderen Theorien über das Wesen des Diabetes mellitus in kurzen Worten vorzuführen.

Auf die glänzenden Entdeckungen von Cl. Bernard sich stützend, glaubte man die Ursache des Diabetes in verschiedenen Erkrankungen der Leber und des Gehirns gefunden zu haben. Doch die weiteren Beobachtungen haben diese Wahrnehmungen nicht