

Das Neuron in Anatomie und Physiologie / Max Verworn.

Contributors

Verworn, Max, 1863-1921.
Royal College of Surgeons of England

Publication/Creation

Leipzig : Verl. von F.C.W. Vogel, 1901.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/aqesvhbz>

Provider

Royal College of Surgeons

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by The Royal College of Surgeons of England. The original may be consulted at The Royal College of Surgeons of England. where the originals may be consulted. Conditions of use: it is possible this item is protected by copyright and/or related rights. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. For other uses you need to obtain permission from the rights-holder(s).



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>

C. S. Sherrington

P.C. 7

Bind in

28

GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE.

VERHANDLUNGEN 1900. ALLGEMEINER THEIL.

MAX VERWORN (JENA).

DAS NEURON IN ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

Sonderabdruck.



LEIPZIG,

VERLAG VON F. C. W. VOGEL.

1901.

GESSELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ARZTE.

VERHANDLUNGEN 1881.

VON W. W. W. W.

VERLAG VON W. W. W. W.

1881

VERLAG VON W. W. W. W.

1881



Das Neuron in Anatomie und Physiologie.¹⁾

Von

Max Verworn-Jena.

Hochgeehrte Versammlung!

Wenige Fragen im Gesamtgebiet der organischen Wissenschaften haben in den letzten Jahren ein so weitgehendes Interesse erweckt, wie die Frage nach den feineren Bauverhältnissen und der Mechanik des Geschehens im Nervensystem. Entdeckungen, Theorien, Hypothesen, Phantasien überstürzen sich förmlich auf diesem Gebiet. Neue Vorstellungen, die man kaum an alten unerschütterlichen Thatsachen erprobt und bewährt gefunden, Anschauungen, die man eben erst assimiliert und als werthvolles Glied in sein wissenschaftliches Denken eingefügt hat, werden plötzlich auf Grund neuer Erfahrungen wieder erschüttert, umgeworfen, durch andere ersetzt. Was gestern noch als neueste, grundlegende Lehre galt, wird heute schon wieder bekämpft und verworfen.

Diese rege Thätigkeit wird begreiflich, wenn man die grosse Bedeutung erwägt, die das Nervensystem vor allen anderen Organsystemen des Körpers besitzt. Seine alles beherrschende Stellung im Lebensgetriebe des gesammten Organismus musste nothwendig auch ein besonderes Bedürfniss hervorrufen, seine Geheimnisse zu ergründen. Allein acut geworden ist das Interesse der letzten Jahre doch erst durch eine Lehre, die es vermocht hat, mit einer einzigen Vorstellung wunderbare Klarheit zu verbreiten über das scheinbar so hoffnungslose Gewirr von Zellen und Fasern, welches das Substrat der Vorgänge im Nervensystem bildet, ich meine durch die Lehre vom Neuron.

Diese Lehre, die zum ersten Male ein einheitliches Princip in die Betrachtung des Nervensystems einführte und die Uebersichtlichkeit

1) Der Vortrag wird in erweiterter Form, mit ausführlichen Litteraturangaben und Abbildungen versehen, im Verlage von Gustav Fischer in Jena erscheinen.

auf diesem Gebiet dadurch in ganz erstaunlichem Maasse erhöhte, hat so befruchtend auf die verschiedensten Zweige der Forschung und in Sonderheit der theoretischen und praktischen Medicin gewirkt, dass man wohl sagen kann: die lebhafteste Forscherthätigkeit und das intensive Interesse, das sich im letzten Decennium auf dem Gebiete der ganzen Nervenlehre entwickelt hat, ist vorwiegend zurückzuführen auf die Anregung, welche die Neurontheorie gab. Das dürfte selbst da gelten, wo man der Neuronlehre entgegengetreten ist.

Hochgeehrte Anwesende! Wir sind hier in der medicinischen Hauptgruppe der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte erschienen, um uns Rechenschaft darüber abzulegen, wie es heute, am Ende des Jahrhunderts, das uns die Neuronlehre schenkte, eigentlich mit dieser Lehre steht, wir sind hier zusammengekommen, um in öffentlicher Discussion die Erfahrungen darüber auszutauschen, wie sie sich bewährt, wie sie sich weiter entwickelt hat. Mir ist dabei die ehrenvolle Aufgabe zugefallen, auf anatomischem und physiologischem Gebiet eine gewisse Unterlage für die Discussion zu liefern, indem ich versuche, Ihnen in kurzem Ueberblick die wesentlichsten unter den neueren Erfahrungen und Ansichten, die zur Neuronlehre Beziehung haben, ins Gedächtniss zurückzurufen. Das kann leider im engen Rahmen der mir zugemessenen Zeit nur in sehr skizzenhafter Weise geschehen, und so erbitte ich mir von vorn herein für diesen Mangel Ihre Verzeihung.

* * *

Den Kernpunkt der Neuronlehre bildet der Gedanke, dass Ganglienzelle und Nervenfasern eine einzige Zelle repräsentiren. Der Axencylinder der Nervenfasern mit seinen Collateralen und Endausbreitungen ist ebenso wie die zahlreichen Dendriten nur ein Fortsatz, ein Ausläufer der Ganglienzelle selbst. Das ist das einzige wesentliche Element der Neuronlehre, alles Andere ist secundäres Beiwerk.

Es wird zweckmässig sein, sich kurz zu erinnern, welche Erfahrungen zur allmählichen Entwicklung dieses Gedankens geführt haben. In dieser Hinsicht darf mein Referat sich auf die nothwendigsten Andeutungen beschränken, da ja WALDEYER schon vor längerer Zeit in seiner bekannten klaren Weise einen eingehenden Bericht darüber gegeben hat.

Die Erfahrungen, aus denen die Neuronlehre sich entwickelt hat, sind auf ganz verschiedenem Boden erwachsen, auf anatomischem, entwicklungsgeschichtlichem und experimentellem Gebiet.

Die wichtigsten anatomischen Grundlagen der Neuronlehre verdanken wir den Entdeckungen RAMÓN Y CAJAL'S. Die mit der Methode GOLGI'S ausgeführten Untersuchungen CAJAL'S führten zu der Ueber-

zeugung, dass da, wo man früher Anastomosen zwischen den Ausläufern der Ganglienzelle angenommen hatte, in Wirklichkeit keine Continuität, sondern nur ein Contact besteht, dass also weder die Protoplasmafortsätze noch die Nervenfortsätze von zwei verschiedenen Ganglienzellen mit einander verschmelzen, Beobachtungen, die bekanntlich von KÖLLIKER, LENHOSSÉK, VAN GEHUCHTEN mit der GOLGI'schen Methode, von RETZIUS, BIEDERMANN und Anderen mit der EHRLICH'schen Methylenblaumethode in vollem Umfange bestätigt wurden. Damit war der Ganglienzellkörper mit seinen Protoplasmafortsätzen oder Dendriten und mit seinem Axencylinder- oder Nervenfortsatz als ein einziger, selbständiger Elementarorganismus vom Werthe einer einzelnen Zelle erkannt, damit war eine histologische Einheit aus dem Faser- und Zellengewirr des Nervensystems herausgeschält, die von WALDEYER in glücklichster Weise auch durch die Namengebung charakterisirt wurde. Der Name hat häufig nicht geringen Einfluss auf die Schicksale des Kindes, und so kann man wohl sagen, dass der Name „Neuron“ in diesem Fall zum guten Theil dazu beigetragen hat, die neue Erkenntniss über die wissenschaftliche Welt zu verbreiten.

Vielleicht noch klarer und noch prägnanter gestaltete sich der Begriff des Neurons durch die Ergebnisse der entwicklungsgeschichtlichen Forschung. Schon in einem sehr frühen Stadium der Entwicklung findet man zwischen den säulenförmigen Epithelzellen der Medullarplatte kuglige Zellen mit klarem Protoplasmaleib, die „Keimzellen“ der Neurone. Diese Zellen spitzen sich bald nach aussen hin zu und bilden, indem ihre dem grossen Zellkern einseitig aufsitzende Spitze von Protoplasma immer weiter und weiter zu einem Faden auswächst, die „Neuroblasten“. Der Faden bildet den künftigen Nerven. Erst viel später entwickeln sich die Dendriten dadurch, dass vom Zellkörper erst kurze, dann immer länger werdende und baumartig sich verästelnde Ausläufer ausgehen. Damit ist das Neuron im Wesentlichen fertig, die weitere Entwicklung beruht nur in einer weiteren Entfaltung und Verzweigung der verschiedenen Fortsätze. Aus diesem Verlauf der Entwicklung, der von verschiedenen Forschern, wie HIS, KUPFFER, VIGNAL, RAMÓN Y CAJAL, LENHOSSÉK und Anderen, in allen wesentlichen Momenten übereinstimmend geschildert worden ist, geht mit voller Klarheit die cellulare Einheitlichkeit des ganzen Neurons hervor. Ganglienzellkörper, Nervenfortsatz und Dendriten sind Differenzirungen einer einzigen Zelle.

Mit gleicher Deutlichkeit führten die experimentellen Erfahrungen zu demselben Ergebniss. Sie waren es auch, die zu allererst die Conception des Neuronbegriffs ergaben. Nachdem WALLER schon im Jahre 1852 gezeigt hatte, dass eine Nervenfasern degenerirt, wenn ihr Zusammenhang mit der dazugehörigen Ganglienzelle durchtrennt ist

haben besonders v. GUDDEN, v. MONAKOW, RANVIER, FOREL und viele nach ihnen die Degenerationserscheinungen auf das Eingehendste studirt und dabei festgestellt, dass nicht bloss das periphere Ende einer Nervenfasernach ihrer Durchschneidung degenerirt, sondern dass auch der centrale Ganglienzellkörper bestimmte gesetzmässige Veränderungen durchmacht.

Es hat sich dann weiter herausgestellt, dass die retrograden Veränderungen, welche nach Durchschneidung eines Nerven auftreten, sich ganz allein im Gebiet des durchschnittenen Nerven und seiner Ganglienzelle abspielen und an den Grenzen dieses Gebietes auch ihre Grenze finden. Erst sehr viel später kann in gewissen Fällen auch ein zweites benachbartes Gebiet indirect beeinflusst werden. Alle diese Verhältnisse weisen darauf hin, dass zwischen Ganglienzelle und Nerv eine enge nutritorische Beziehung besteht, die nur verständlich ist, wenn man den Axencylinder als einen directen Ausläufer der Ganglienzelle auffasst, kurz, wenn das Neuron eine einzige Zelle ist.

Das sind in kurzen Worten die Erfahrungen, aus denen die Neuronlehre erwuchs.

Seitdem ist ein Decennium vergangen. Bei dem grossen Eindruck, den die Neuronlehre machte, bei der regen Thätigkeit, die sie hervorrief, musste sich in dieser Zeit eine Fülle von neuen Erfahrungen sammeln. Man suchte tiefer in die feineren und feinsten Bauverhältnisse des Neurons einzudringen, man suchte die Beziehungen der einzelnen Neurone zu einander genauer zu erforschen, man suchte auch die functionelle Bedeutung der einzelnen Differenzirungen der Neurone zu ermitteln. Es krystallisirten sich specielle Probleme aus, über deren Beantwortung die Ansichten auseinander gingen. Die Richtigkeit der neuen Lehre wurde in Frage gezogen. Ja, von Einzelnen wurde die Neuronlehre bereits vollständig verworfen. So entstanden Streitfragen, die mehr und mehr in den Vordergrund traten. Unsere heutige Aufgabe ist es, die wichtigeren dieser Streitfragen eingehender zu betrachten und die Ansichten der verschiedenen Forscher darüber zu erörtern.

*

*

*

Prüfen wir zunächst die Streitfragen, die sich auf anatomischem Gebiet erhoben haben, so beginnen wir zweckmässig mit der Frage nach der feineren Innenstructur des Neurons und seiner Theile.

Einen wichtigen Fortschritt in der Darstellung einzelner Bestandtheile des Ganglienzellkörpers verdanken wir der Methode NISSL'S, NISSL hat gezeigt, dass sich bei Behandlung der Zellen mit basischen Anilinfarbstoffen eigenthümliche, durch das ganze Protoplasma zerstreute, schollenartige Massen des centralen Ganglienzellkörpers sowohl wie der

Dendriten intensiv mit dem Farbstoff durchtränken, während das dazwischen gelegene Protoplasma mit seinem Zellkern sowie der Nervenfortsatz ungefärbt bleiben. Die Zelle gewinnt bei dieser Behandlungsweise ein getigertes Aussehen, das den chromatophilen Schollen den Namen „Tigroidkörper“ eingetragen hat.

Bilden die NISSL'schen Körperchen also unter bestimmten Bedingungen für die gegebene Zellart ziemlich gut charakterisirte Bestandtheile des Protoplasmas, so entsteht die Frage nach der Natur der Grundsubstanz des Protoplasmas, in welcher die Schollen eingebettet liegen. Diese mit der NISSL'schen Methode ungefärbt bleibende Grundsubstanz wurde Anfangs vielfach für vollkommen homogen und structurlos gehalten. Indessen durch die Arbeiten von FLEMMING, BECKER, NISSL, LUGARO, GIUSEPPE LEVI, MARINESCO und vielen Anderen hat sich mehr und mehr die Ueberzeugung Bahn gebrochen, dass die achromatische Grundsubstanz des Protoplasmas einen fibrillären Bau besitzt.

An wirbellosen Thieren hat APÁTHY schon seit 1885 mit besonderen Methoden der Vergoldung sehr scharfe Bilder von Fibrillen in der Ganglienzelle erhalten. APÁTHY, dessen Präparate, wie ich mich selbst zu überzeugen Gelegenheit hatte, die Fibrillen zum Theil mit einer wunderbaren Klarheit zur Anschauung bringen, hat gefunden, dass bei Würmern im Ganglienzellkörper ein sehr weitmaschiges „Gitterwerk“ von „Neurofibrillen“ vorhanden ist, das je nach der Natur der Ganglienzelle eine verschiedene Anordnung zeigt. Die sichtbaren Neurofibrillen APÁTHY's sind aber nach seiner Annahme selbst noch aus allerfeinsten „Elementarfibrillen“ zusammengesetzt, die sich nicht mehr isolirt darstellen lassen. Das sind nach ihm die eigentlichen leitenden Elemente des Nervensystems.

BETHE, der ebenfalls sich von der Existenz der Fibrillen im Protoplasma überzeugt hat, findet bei Wirbelthieren im Gegensatz zu den Wirbellosen gewöhnlich kein intracelluläres Gitterwerk. Die Fibrillen anastomosiren hier nicht mit einander, sondern verlaufen ohne Verbindungen, nur mit einzelnen Verzweigungen im Protoplasma zwischen den NISSL'schen Schollen.

Endlich hat auch GOLGI schon vor zwei Jahren und jetzt wieder in einer soeben erschienenen Mittheilung auf Grund von Präparaten seines Schülers VERATTI Fibrillen in der Ganglienzelle beschrieben, die ganz den APÁTHY'schen Fibrillen zu entsprechen scheinen, doch legt GOLGI, wie immer, in der Deutung der fraglichen Gebilde grosse Zurückhaltung an den Tag.

Von den meisten Autoren, welche Fibrillen im Protoplasma gefunden haben, wird angenommen, dass diese in einer homogenen Grundmasse liegen. So unterscheidet z. B. MARINESCO, die verschiedenen Bestandtheile des Ganglienzellkörpers zusammenfassend, drei Elemente

des Protoplasmas: 1) die chromatophile Tigroïds substanz, 2) die achromatische Fibrillensubstanz und 3) die achromatische amorphe Grundsubstanz.

Die beiden letzten Elemente setzen nach der Mehrzahl der Autoren auch den Nervenfortsatz zusammen, und wohl alle Autoren, die eine fibrilläre Substanz im Ganglienzellprotoplasma gefunden haben, betrachten die feinen Fibrillen des Axencylinders als ihre Fortsetzung.

In scharfem Gegensatz zu dem Bilde, das man nach einer vergleichenden Uebersicht über alle diese Angaben vom Bau des Neurons gewinnt, stehen nun die Ergebnisse der Untersuchungen von BÜTSCHLI und HELD.

Bei seinen ausgedehnten Studien über die Wabenstructur des Protoplasmas und ihre Verbreitung in den verschiedenen Zellformen hat BÜTSCHLI auch Ganglienzellen und Nervenfasern einer eingehenden Prüfung unterworfen und hat sich hier ebenfalls von einer echten Wabenstructur überzeugt. Das Protoplasma der Ganglienzelle zeigt in seiner Grundsubstanz einen schaumigen Bau, und in die Knotenpunkte der Schaumblasenwände sind, wie überall, die geformten Inhaltsbestandtheile des Zellkörpers eingelagert. Auch der Zellkern hat eine feine wabige Structur. Beim Axencylinder konnte BÜTSCHLI die Wabenstructur ebenfalls deutlich erkennen, und zwar haben hier die Wabenwände eine sehr charakteristische, langgezogene Form. Dadurch entsteht im Axencylinder das Bild einer fibrillären Streifung, weil das Auge die schmalen Querwände vernachlässigt und nur die langen und in gerader Linie sich an einander reihenden Längswände der Waben berücksichtigt.

Im Wesentlichen dieselben Structurverhältnisse findet HELD bei seinen Erythrosin-Methylenblau-Präparaten. Allein HELD fühlt sich nicht berechtigt, aus den am fixirten Material beobachteten Wabenstructuren einen Schluss auf die Structur des intacten lebendigen Objects zu ziehen. Er hat sich überzeugt, dass die Fixirungsmittel entmischend und dadurch vacuolisirend auf homogenes Protoplasma wirken. Am frischen lebendigen Präparat einer Nervenfasern gelang es ihm selbst mit Immersionssystemen nicht, irgend eine Structur zu entdecken. Daher lässt er die Frage nach der wirklichen Structur der Ganglienzelle und des Nervenfortsatzes überhaupt offen.

Ich glaube, eine gewisse Zurückhaltung in Bezug auf die Uebertragung der am fixirten und gefärbten Präparat gefundenen Verhältnisse auf das lebendige Object kann nicht genug empfohlen werden, vor Allem in den Fragen, die sich auf die allerfeinsten Innenstructuren beziehen. Jedenfalls bedarf es einer sehr vorsichtigen Kritik der Grenzen, innerhalb deren man vom Einen auf das Andere zu schliessen berechtigt ist. Die Thatsache, dass bei den verschiedensten Abtödtungsweisen, ja auch beim allmählichen Absterben des frischen Präparats, dieselben

Bilder entstehen, beweist noch nicht, das diese Bilder auch wirklich die Verhältnisse des intacten Lebens zum Ausdruck bringen. Dann aber vergegenwärtige man sich nur einerseits, was alles bei den verschiedenen Methoden mit dem lebendigen Object geschieht, und andererseits, wie ungeheuer labil alle lebendige Substanz ist! Wir können daher wohl sagen: diese oder jene Präparate zeigen uns übereinstimmend in schönster und klarster Weise Fibrillen, wir können auch sagen: die Annahme, dass im intacten Neuron eine fibrilläre Structur besteht, hat aus diesen oder jenen Gründen eine sehr grosse Wahrscheinlichkeit — ich selbst kann mich dieser Ueberzeugung ebenfalls nicht verschliessen —; aber wenn wir ganz streng und gewissenhaft sein wollen, müssen wir doch gestehen, dass ein absolut bindender Beweis bis jetzt für die Richtigkeit dieser Annahme nicht besteht. Es ist immer gut in der Naturforschung, wenn man sich stets bewusst bleibt, wo die Thatsache aufhört, und wo die Ueberzeugung anfängt. Aus diesem Gesichtspunkt erscheint die Stellung HELD's, der sich scheut, die Erfahrungen am fixirten Präparat ohne Weiteres auf die Verhältnisse des lebendigen Objects zu übertragen, durchaus gerechtfertigt.

Mit der Frage nach der inneren Structur des Neurons hat sich durch die neueren Untersuchungen aufs allerengste verknüpft die Frage nach den anatomischen Beziehungen verschiedener Neurone zu einander.

Seit den Untersuchungen von RAMÓN Y CAJAL hat sich in der Neuronlehre mehr und mehr die Ueberzeugung Bahn gebrochen, dass die einzelnen Neurone nirgends durch directe Continuität mit einander im Zusammenhang stehen, dass also jedes Neuron anatomisch vollkommen isolirt sei. Demgegenüber möchte ich daran erinnern, dass selbst RAMÓN Y CAJAL schon in einzelnen Fällen Anastomosen zwischen den Fortsätzen verschiedener Neurone fand, so im Sympathicus der Wirbelthiere und ferner bei den Insekten. Allein, waren dies immerhin nur vereinzelte Fälle, so haben nach GOLGI besonders APÁTHY, HELD und BETHE ganz allgemein beim erwachsenen Thier Continuitäts-Verknüpfungen zwischen den einzelnen Neuronen beschrieben. Allerdings sind diese Zusammenhänge nicht mit der GOLGI'schen Methode darzustellen. Der GOLGI'schen Methode wird von den betreffenden Forschern vorgeworfen, dass sie die Verhältnisse geradezu fälsche.

HELD hat mit seiner Methode am fixirten und gefärbten Präparat gefunden, dass bei jungen Thieren die Neurone zwar noch von einander isolirt sind, dass aber bei erwachsenen Individuen in den verschiedensten Partien des Centralnervensystems Conrescenzen zwischen den Neuronen bestehen, derart, dass man überhaupt keine scharfe Grenze zwischen der Axencylinderausbreitung des einen und dem Zellkörper, resp. den Dendriten des anderen erkennen kann. Es „erscheint ein und dieselbe feinste Plasmamasse als trennende Linie zweier Maschenreihen oder als

trennende Wand zweier Vacuolenreihen, von denen die eine dem Axencylinder, die andere der Zellgrundsubstanz selbst anzugehören scheint“. Das macht es wahrscheinlich, dass auch im lebendigen Organismus wirkliche Concrencenzen zwischen verschiedenen Neuronen bestehen.

In ganz anderer Weise stellt APÁTHY den Zusammenhang der nervösen Elemente im Nervensystem der Würmer dar. Seine Befunde erinnern lebhaft an die Nervennetze von GERLACH oder von GOLGI.

Das leitende Grundelement des ganzen Nervensystems ist nach APÁTHY allein die „Neurofibrille“. Die Fibrillen ziehen ohne Unterbrechung von der Peripherie nach dem Centrum und vom Centrum nach der Peripherie. Im Centrum bilden sie ein diffuses Elementargitter ausserhalb der Zellen, und an dieses Gitter schliesst sich ein intracelluläres Gitterwerk durch Continuität unmittelbar an. Die Fibrillen ziehen dabei durch die Ganglienzellen hindurch, die nur in ihre Bahnen eingelagert sind. Ein Anfang oder ein Ende von Fibrillen in einer Ganglienzelle aber kommt nirgends vor. Es besteht vielmehr ununterbrochene Continuität der Fibrillen im ganzen Körper. Ja, auch an der Peripherie bilden die Fibrillen wieder in den Sinneszellen, Epithelzellen etc. durch Anastomosen Gitter, so dass es wahrscheinlich auch an der Peripherie kein Ende der Fibrillen giebt. Das ist in kurzen Zügen die Vorstellung, die APÁTHY auf Grund seiner Präparate vom Bau des Nervensystems gewonnen hat. Er findet diese Verhältnisse in allen wesentlichen Punkten auch bei Wirbelthieren.

Aehnliche Ergebnisse hat BETHE mit seinen Methoden erzielt. Auch nach seinen Befunden an Wirbelthieren haben die Fibrillen nicht in den Ganglienzellen Ursprung oder Ende, sondern durchziehen die Ganglienzellen nur und bilden ausserhalb derselben ein Gitter- oder Netzwerk. Bei den verschiedenen Thierklassen ist aber das Verhältniss der Ganglienzellen zu den Fibrillen ein sehr verschiedenes. Bei den Arthropoden erscheint das extracelluläre Fibrillengitter ungemein entwickelt, und nur verhältnissmässig wenige Fibrillen desselben gehen durch die Ganglienzellen hindurch, wo sie Netze bilden. Die Mehrzahl tritt gar nicht mit Ganglienzellen in directe Beziehung. Bei den Wirbelthieren dagegen läuft die Mehrzahl der Fibrillen durch die Ganglienzellen hindurch, aber gewöhnlich, ohne hier Netze zu bilden. Die Fibrillen anastomosiren erst in dem die Ganglienzellen umgebenden Gitterwerk, durch das sie in continuirliche Verbindung mit den Aufsplitterungen fremder Axencylinder zu treten scheinen. In seiner neuesten Arbeit glaubt BETHE dieses pericelluläre Gitterwerk in dem von GOLGI beschriebenen pericellulären Netz wiedererkennen zu müssen, das GOLGI selbst für ein Neurokeratingitter anzusehen geneigt ist, das aber bereits HELD und SEMI MEYER, die es ebenfalls fanden, als nervös betrachteten, während es APÁTHY neuerdings für ein stützendes Gliagitter erklärt. Indessen drückt sich BETHE in dieser letzten

Arbeit äusserst vorsichtig darüber aus. Es besitzt für ihn nur „einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit“, dass die „GOLGI-Netze“, wie er sie nennt, nervöser Natur sind und mit den Axencylinderaufsplitterungen fremder Neurone directe Anastomosen eingehen. BETHE betont wiederholt, dass seine Auffassung nur als eine „Deutung“ seiner Befunde zu betrachten sei, und dass es ihm vollkommen fern liege, diese Deutung als eine Thatsache hinzustellen.

SEMI MEYER, der die pericellularen Gitterwerke mit der Methylenblaumethode untersucht hat, betrachtet dieselben in Uebereinstimmung mit HELD als Endausbreitungen des Axencylinders, aber er findet im Gegensatz zu HELD nirgends directe Zusammenhänge derselben mit dem von ihnen umsponnenen Ganglienzellkörper, resp. seinen Dendriten. Bei aller Innigkeit der Verbindung der Elemente liegt nach seinen Befunden „kein Grund vor, die Contacttheorie fallen zu lassen“.

Dagegen ist NISSL auf Grund der APÁTHY'schen und selbst der BETHE'schen und HELD'schen Angaben der Annahme eines überall continuirlichen Fibrillengitters beigetreten und hat die Vorstellung entwickelt, dass das, was man bei Wirbelthieren als graue Substanz bezeichnet, identisch sei mit dem Netzwerk oder Neuropil der Wirbellosen. Was die graue Substanz histologisch charakterisire, sei nicht, wie man bisher annahm, der Reichthum an Ganglienzellen, sondern das zwischen und in den Zellen überall vorhandene Netzwerk. Damit sei „über die Neuronenlehre endgültig der Stab gebrochen“.

Sie sehen also, verehrte Anwesende, auch in der Frage nach den histologischen Beziehungen zwischen den einzelnen Neuronen wieder die weitgehendsten Differenzen: Auf der einen Seite vollständige Isolirung und lediglich Contactbeziehungen, auf der anderen Conrescenzen durch directe Continuität der protoplasmatischen Substanz der Neurone, auf der dritten Continuität durch feinste durchlaufende Fibrillen und deren Gitter. Wenn man sich danach fragt, was nun bei den neueren Untersuchungen Positives in dieser Frage herausgekommen ist, so muss man wiederum sagen: unbestrittene Thatsachen nicht, und es bleibt auch hier wieder abzuwarten, was die Zukunft allmählich als gesicherte Erkenntniss feststellen wird. Wenn man aber auf Grund der neueren Forschungen sich ein Bild machen will, das die meiste Wahrscheinlichkeit für sich hat, so wird man annehmen können, dass die Neurone bei erwachsenen Individuen in vielen Fällen durch directe Continuität ihrer lebendigen Substanz oder besonderer fibrillärer Differenzirungen mit einander in innigerem Zusammenhang stehen.

*

*

*

Blicken wir uns nunmehr nach den entwicklungsgeschichtlichen Erfahrungen um, die in letzter Zeit im Hinblick auf die Neuronenlehre gemacht sind, so müssen wir gestehen, dass hier die Forschung nicht mit der regen Thätigkeit auf histologischem Gebiet gleichen Schritt gehalten hat. Etwas wesentlich Neues, das über die grundlegenden Untersuchungen des vorhergegangenen Decenniums bemerkenswerth hinausginge, liegt hier mit einer einzigen Ausnahme eigentlich kaum vor. Aber diese eine Ausnahme setzt sich auch in einen tiefgehenden Gegensatz zu den Anschauungen der Forscher, die durch ihre entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen die Neuronenlehre mit begründen halfen. Ich muss mich in Rücksicht auf die Kürze der mir zu Gebote stehenden Zeit leider darauf beschränken, die Ansichten APÁTHY'S, die ich hier im Auge habe, in grobem Umriss zu skizziren.

Während die neueren entwicklungsgeschichtlichen Forschungen an Wirbelthieren sämmtlich übereinstimmend gefunden hatten, dass Ganglienzelle und Nervenfasern aus der Differenzirung einer einzigen Zelle, des „Neuroblasten“, hervorgehen, kommt APÁTHY bei wirbellosen Thieren zu einem gänzlich abweichenden Ergebniss, das in engem Zusammenhang steht mit seinen Anschauungen von der Selbständigkeit und Continuität der fibrillären Substanz im ganzen Nervensystem. APÁTHY hat auf Grund des histologischen Verhaltens der Neurofibrillen, die immer nur die Ganglienzellkörper passiren, ohne irgendwo in ihnen zu endigen, ferner auf Grund der Anwesenheit gewisser Zellkerne zwischen den Neurofibrillen und endlich auf Grund embryologischer Verhältnisse die Ueberzeugung gewonnen, dass die Neurofibrillen nicht von den Ganglienzellkörpern producirt werden, sondern von eigenen Zellen, aus denen sie erst in die Ganglienzellen hineinwachsen. Der Durchgang durch die verschiedenen Zellen findet nach seiner Meinung auf dem Wege der überall vorhandenen intercellularen Protoplasmabrücken statt, die von der ersten Theilung der Eizelle an bei allen Theilungen zwischen den Theilzellen restiren. APÁTHY unterscheidet demnach scharf zwischen Ganglienzellen und Nervenzellen. Die letzteren produciren die leitende Fibrillarsubstanz, die ersteren werden erst secundär von den Fibrillen durchwachsen und dienen ihnen nur als Umlagerungsstationen, aus denen sie in anderen Richtungen und anderen Gruppierungen wieder austreten.

Diese Auffassung steht zu allen bisherigen Erfahrungen in einem solchen Gegensatz, dass sie fast überall dem grössten Misstrauen begegnet ist. Mancher wird sich des Eindrucks nicht erwehren können, dass dieselbe mehr dem Wunsche entsprungen sein möchte, für die Vorstellung von der histologischen Selbständigkeit der Fibrillen auch eine embryologische Stütze zu gewinnen, als einer ganz unbefangenen Deutung der Befunde. In der That ist es auch APÁTHY bisher nicht gelungen, einen wirklich bindenden Beweis für seine Auffassung zu

liefern, von der Art, wie ihn die anderen Forscher durch die genaue entwicklungsgeschichtliche Verfolgung des Neuroblasten bei Wirbeltieren für ihre Ansicht beigebracht haben. APÁTHY kann nur eine Reihe von Argumenten und Stützen für seine Deutung ins Feld führen, die aber einen hartnäckigen Zweifler nicht zu überzeugen im Stande sind. Und hartnäckigster Zweifel ist bei so abweichenden Ansichten und in so wichtigen Fragen eine unbedingte Forderung der strengen Wissenschaft. APÁTHY sagt übrigens, es ist ihm vorläufig ganz gleichgültig, wenn man seine Auffassung „bloss als Hülfshypothese zur besseren Uebersicht der histologischen Thatsachen betrachten will“. Das zeigt deutlich, dass er selber den Schwerpunkt seiner Auffassung in den rein histologischen Theil verlegt. Sie sehen also, es fehlt noch viel daran, dass die entwicklungsgeschichtlichen Vorstellungen von APÁTHY heute schon als ein weiterer Factor bei der Bildung unserer Vorstellungen vom Aufbau des Nervensystems in Rechnung gestellt werden könnten. Die Wissenschaft kann hier nur abwarten, ob dieselben durch künftige Forschungen wirklich unumstösslich bestätigt werden. Vorläufig stehen APÁTHY's histogenetische Anschauungen noch isolirt und jede Bestätigung derselben fehlt.

* * *

Die physiologische Forschung hat sich bisher an der Behandlung der Neuronlehre und ihrer Probleme nur sehr wenig betheiligt. Es liegt das wohl zum grössten Theil daran, dass die physiologische Forschung von der anatomischen immer erst eine gewisse Grundlage erhalten muss. Nun hat die anatomische Forschung auf dem Gebiete des Nervensystems im letzten Decennium eine so rapide Entwicklung durchgemacht, und ihre Ergebnisse sind noch immer so wenig consolidirt, dass es durchaus begreiflich erscheint, wenn die Physiologie vorläufig noch eine mehr abwartende Haltung eingenommen hat. Wenn aber HOCHÉ in seinem vortrefflichen Bericht über „die Neuronlehre und ihre Gegner“ sagt: „Die Physiologie wird überhaupt wenig Beweismaterial für oder gegen die Neuronlehre beibringen können“, so ist das doch nur für einzelne Punkte zutreffend. Es hat sich aber trotz der mangelhaften physiologischen Unterlagen doch auf Grund der histologischen Befunde sowie auf Grund eines Versuchs von BETHE eine Reihe von Streitfragen physiologischer Natur ergeben, in denen, wie ich zu zeigen hoffe, auch die rein physiologische Forschung bemerkenswerthe Beiträge zu liefern im Stande ist.

Die physiologischen Streitfragen betreffen zum Theil die Beziehungen der Neurone unter einander, zum grösseren Theil aber die functionelle Bedeutung der einzelnen Theile des Neurons. Ich möchte die wichtigeren dieser Streitfragen kurz erörtern.

Da ist zunächst eine der am lebhaftesten discutirten Fragen die Frage nach der „Plasticität“ der Dendriten. Die Vorstellung von der Plasticität der Dendriten erwuchs auf dem Boden der Contiguitätslehre. Die auffallende Aehnlichkeit, welche die Dendriten vieler Ganglienzellen im GOLGI-Präparate mit den gereizten und in Retraction begriffenen Pseudopodien mancher Rhizopodenzellen zeigen, regte bei einzelnen Forschern die Frage an, ob etwa die Dendriten mit ihren feinsten Endverzweigungen eine ähnliche Contractilität besäßen wie die Pseudopodien der Rhizopoden. Die Aehnlichkeit der Bilder ist in der That frappant. An der gereizten Rhizopodenzelle sowohl, wie am Neuron zeigen die feinsten Ausläufer ganz übereinstimmend kleine Verdickungen, Knoten-, Kugel-, Spindelbildungen, welche die Bezeichnung des „moniliformen“ oder rosenkranzartigen Zustandes nahe legten. In anderen Fällen dagegen zeigen die Dendriten ebenso wie die Pseudopodien der ungereizten Rhizopodenzelle wieder vollständig glatten Contour. Die physiologische Tragweite der Frage sprang sofort in die Augen; denn wenn die Dendriten wirklich eine gewisse Contractilität besitzen, so muss ihr jeweiliger Retractionszustand selbstverständlich auf die Erregungsübertragung von Neuron zu Neuron und damit auf den Ablauf der physiologischen Prozesse im Centralnervensystem einen gradezu maassgebenden Einfluss haben. Die Frage wurde daher aufs eifrigste studirt. RABL-RÜCKHARDT zuerst und später eine ganze Reihe von anderen angesehenen Forschern besonders in Frankreich und Belgien, wie LÉPINE, MATHIAS DUVAL, SOLVAY, AZOULAY, DEMOOR, HÉGER, SOUKHANOFF und viele Andere, glaubten sich in der That von einem mehr oder weniger grossen Grade amoeböider Beweglichkeit überzeugt zu haben. Die Beweglichkeit sollte zwar keine vollkommen amoeböide sein, wohl aber sollte innerhalb gewisser Grenzen eine Retractilität der feinsten Dendritenenden bestehen, die man als „Plasticität“ bezeichnete. Nach Reizungen der verschiedensten Art sollten die feinen Dendritenenden, durch die das Neuron mit den Nervenendausbreitungen anderer Neurone in Contact steht, eine Strecke weit retrahirt werden, so dass der Contact unterbrochen wird, während in der Ruhe der Contact sich durch Neuausstreckung wieder herstellt. Kaum hatte sich diese Ueberzeugung gebildet, so waren auch schon die entsprechenden physiologischen und psychologischen Theorien da. Die „Théorie histologique du sommeil“ von MATHIAS DUVAL war eine der ersten, die grösseres Aufsehen machten. Nach dieser Theorie des französischen Histologen werden die Dendriten der Grosshirnrinde durch die fortdauernd während des Tages einwirkenden Sinnesreize zur Retraction gebracht, und damit entsteht die Dissociation des Bewusstseins im Schlaf. Während der Ruhe strecken sich die Dendriten wieder mehr und mehr aus, bis der Contact und damit die Möglichkeit bewusster Thätigkeit wieder hergestellt ist.

Ich muss es mir versagen, Ihnen die seltsamen Consequenzen auszumalen, zu denen diese Theorie, die doch kaum das oberflächlichste Nachdenken befriedigen kann, führen muss. Wie wäre es auf Grund dieser Theorie möglich, den Moment des Einschlafens stunden-, ja tagelang hinauszuziehen, wie wäre es denkbar, dass man mitten in der Nacht plötzlich geweckt werden könnte, und wie schön wäre es, wenn man niemals eher aufzustehen brauchte, bis die Dendriten ihren Anschluss wieder erreicht hätten!

Aber bei dieser Schlaftheorie ist es leider nicht geblieben. Alle möglichen Erscheinungen sind der histologischen Analyse unterworfen worden. Eine wahre Begeisterung hat sich in der „histologischen Erklärung“ der verschiedensten physiologischen, pathologischen, psychologischen Zustände und Vorgänge entwickelt. Der Winterschlaf, die Narkose, die Hypnose, die centralen Hemmungserscheinungen, die Vaguswirkung aufs Herz und viele andere verwickelte Dinge sind „histologisch“ in einfachster Weise „erklärt“ worden. Man hat sich in diesen Dingen während der letzten Jahre förmlich überboten. Und das Alles auf Grund der Bilder von fixirten und imprägnirten Silberpräparaten!

Schon mehrfach ist von objectiven Forschern gegen die Plasticitätslehre mit Recht geltend gemacht worden, dass auch kein Schatten eines Beweises für die Contractilität der Dendriten unter physiologischen Verhältnissen bestehe. Einen directen experimentellen Nachweis aber, dass es sich bei den GOLGI-Bildern thatsächlich um Producte der Methode handelt, haben im verflossenen Jahr zwei amerikanische Forscher, FRANK und WEIL, erbracht, indem sie 43 Thiere, hauptsächlich Kaninchen, theils in normalem, theils in verschiedenen Narkose- und Vergiftungszuständen gleichmässig mit vier verschiedenen Modificationen der GOLGI'schen Methode behandelten. Der Erfolg war vernichtend. An demselben normalen oder vergifteten Object gab jede Methode ihre specifischen Bilder. Die eine zeitigte die schönsten moniliformen Zustände, die andere gar keine. Dagegen gab die gleiche Methode an den verschiedensten Objecten stets im Wesentlichen übereinstimmende Bilder, beispielsweise zeigte die langsame GOLGI'sche Methode stets ein fast absolutes Fehlen aller Rosenkranzformen. Soviel zur Kritik der „Plasticität“!

Eine Streitfrage von höchstem physiologischen Interesse ist dagegen die Frage nach der functionellen Bedeutung des Ganglienzellkörpers mit seinen Dendriten.

Die bisher allgemein gültige Vorstellung, dass die Ganglienzelle in die Bahn der Leitung mit eingeschaltet sei, hat in neuester Zeit Widerspruch erfahren. BERTHE glaubt durch ein Experiment mit Sicherheit bewiesen zu haben, „dass die Ganglienzellen (d. h. der kerntragende Theil des Neurons) zu den wesentlichen Erscheinungen des Reflexes

nicht nothwendig sind, dass nämlich der Muskeltonus nicht von der Ganglienzelle besorgt wird, dass ein geordneter Reflex ohne Ganglienzelle möglich ist und ihre Anwesenheit zum Zustandekommen der Reizsummation nicht nöthig ist.“

Der vielcitirte Versuch BETHE's ist bekanntlich folgender. Beim Taschenkrebs werden die Ganglien gebildet von einem dichten Filzwerk, dem „Neuropil“, das an seiner Oberfläche die birnförmigen Endkörper der Ganglienzellen mit ihrem Zellkern trägt. In dieses Neuropil treten die peripheren Nerven ein. Es gelang nun BETHE in einigen Fällen, das Gehirnganglion, welches die Reflexe der zweiten Antenne vermittelt, von seiner Nachbarschaft so zu isoliren, dass es nur mit den ein- und austretenden Nerven der Antenne zusammenhing, und ihm dann seinen Mantel von soliden Ganglienzellendkörpern mit ihren Zellkernen abzuschälen. Der Erfolg war folgender. Nachdem sich das Thier erholt hatte, stellte sich auch der Tonus der Antennenmuskeln wieder her, die Reflexe der Antenne wurden prompt ausgeführt, die Reflexerregbarkeit war etwas gesteigert, und bei Anwendung von unterschwelligem Reizen waren Summationserscheinungen zu sehen. „Dieses Verhalten zeigt die Antenne nur noch am Tage nach der Operation.“ Am zweiten Tage schon nimmt die Reflexerregbarkeit ab, am dritten und vierten ist sie völlig erloschen.

Die Tragweite dieses Experiments hinsichtlich der Frage nach der physiologischen Function der Ganglienzelle ist unbegreiflicher Weise weit überschätzt worden, von Anderen noch mehr als von BETHE selbst. Es ist daher an der Zeit, einmal ganz scharf zu fixiren, was dieser Versuch beweist, und was er nicht beweist.

Was er beweist, ist nur das, dass ein Reflex beim Taschenkrebs noch eine zeitlang möglich ist, wenn man den kernhaltigen Theil der centralen Ganglienzelle seines Reflexbogens abgeschnitten hat. Thatsächlich bleibt nämlich bei BETHE's Versuch ein Theil der Ganglienzelle erhalten, nämlich ein Stück des ins Neuropil führenden Protoplasmastiels oder Stammfortsatzes und die ganze Summe der Dendriten, also eine nicht ganz unbedeutende Menge von Zellprotoplasma. Nun ist es, wie ich selbst und viele Andere in zahllosen mikrovivisektorischen Experimenten an einzelnen Zellen gezeigt haben, eine der verbreitetsten Erscheinungen der ganzen Zellphysiologie, dass auch kernlose Protoplasmamassen einer Zelle mehr oder weniger lange Zeit nach Exstirpation des kernhaltigen Theils am Leben bleiben, und manchmal noch tagelang die Fähigkeit, in ihrer charakteristischen Weise auf Reize zu reagiren, bewahren können. Es ist also, wie auch LENHOSSÉK schon bemerkt hat, gar keine auffallende Erscheinung, wenn durch kernlose Massen von Ganglienzellprotoplasma bei manchen Kaltblütern noch ein oder zwei Tage lang Reflexe vermittelt werden können.

Was aber der BETHE'sche Versuch nicht beweist, ist, dass die Ganglienzelle zum Zustandekommen des Reflexes, wenn auch nur für kurze Zeit, entbehrlich wäre, und dass der Erregungs- oder Leitungsvorgang die Ganglienzelle überhaupt nicht passire. Die Einschränkung BETHE's, dass er nur den kernhaltigen Theil des Ganglienzellkörpers gemeint habe, möchte ich noch besonders hervorheben. BETHE erkennt damit an, dass andere Theile des Protoplasmas noch erhalten geblieben sind. Dann aber ist der Versuch ja völlig belanglos, und die Vorstellung, dass die Erregung die Ganglienzelle unter normalen Verhältnissen nicht passire, bleibt, um es mit BETHE's eigenen, von ihm in derselben Frage gegen CAJAL'S Ausführungen gebrauchten Worten auszudrücken, „eine Hypothese wie viele andere, gegen die ebensoviel oder mehr spricht als für sie, und die ohne Schaden für die Wissenschaft ungedruckt hätte bleiben können“.

In Wirklichkeit aber verhält sich BETHE bei seinen theoretischen Erörterungen, die er an die Mittheilung seines Versuches anknüpft so, als ob er die obige Einschränkung gar nicht gemacht hätte. BETHE sagt: „Der Tonus der Muskeln, der motorische Impuls, die Reizschwelle, die Summation der Reize, die Coordination einfacher und complicirter Reflexe sind ohne Ganglienzellen möglich, und es ist anzunehmen, dass auch normaler Weise die Ganglienzellen nicht bei diesen Dingen theiligt sind. Alle diese Vorgänge finden nach seiner Vorstellung im Fibrillengitter des Nervensystems statt, und auch „alles Psychische ist ein Spiel der Reize der Aussenwelt im Fibrillengitter des Gehirns“.

Mag man diese Ansicht von der Rolle der Ganglienzellen anderweitig für begründet halten oder nicht, das BETHE'sche Experiment beweist jedenfalls weder etwas dafür noch dagegen.

Inzwischen ist von physiologischer Seite die Frage, ob die Nervenleitung nothwendig den Ganglienzellkörper passiren muss, an einem anderen Object experimentell geprüft worden.

STEINACH hat an den Spinalganglien des Frosches Versuche gemacht, indem er die Ganglienzellen durch Anämisirung des Ganglions zur Degeneration brachte. Er fand in solchen Fällen, dass durch Reizung der sensiblen Nerven noch 10—14 Tage nach der Anämisirung Reflexe zu erhalten waren. Die histologische Untersuchung während dieser Zeit ergab eine mehr oder weniger weitgehende Degeneration der Ganglienzellen. STEINACH schliesst daraus, „dass die centripetale Erregungsleitung durch die weitestgehende Unabhängigkeit von den Spinalganglienzellen ausgezeichnet ist“. STEINACH ist aber vorsichtig, er verallgemeinert sein Resultat nicht und betont ferner ausdrücklich, dass er auf Grund seiner Versuche sich nicht berechtigt fühlt, „den Zufluss von Erregungen zur Spinalganglienzelle überhaupt zu bestreiten“.

Das Ergebniss der Versuche STEINACH's ist ungemein bestechend. Ich möchte aber auch hier darauf aufmerksam machen, dass wohl einige Bedenken noch nicht ganz auszuschliessen sind. Einerseits wäre es, trotz der grossen Sorgfalt STEINACH's, doch denkbar, dass die Ganglienzellen während der Versuchszeit noch auf irgend einem Wege, wenn auch in spärlichem Maasse, Sauerstoff erhalten haben. Andererseits sehe ich nicht, nach welchem Kriterium man an einer stark veränderten Ganglienzelle im histologischen Präparat mit Sicherheit entscheiden will, ob dieselbe noch leitungsfähig ist oder nicht. Ich glaube, dass man in letzterer Hinsicht sich sehr leicht täuschen kann.

Man wird daher, wie das STEINACH auch selbst gethan hat, noch einige Vorsicht üben müssen, ehe man weitgehende theoretische Folgerungen an das Experiment anknüpft. Im Uebrigen würde es wohl nirgends auf Widerspruch stossen, wenn man annähme, dass durchaus nicht alle Inhaltsbestandtheile des Ganglienzellkörpers am Leitungsvorgang betheiligte sein müssen, und dann ist es kein grosser Schritt mehr zu der Vorstellung, dass in manchen Ganglienzellarten, wie z. B. in den unipolaren Spinalganglienzellen, die leitende Substanz nur an einer Seite des Zellkörpers differenzirt wäre, kurz dass der Zellkörper den Nervenfasern ansässe, wie etwa der Zellkörper den contractilen Fibrillen bei manchen glatten Muskelzellen. Nur dürfte man solche Verhältnisse nicht verallgemeinern. Die Neurone bei den verschiedenen Thieren und in verschiedenen Theilen des Nervensystems bieten ganz verschiedenartige Verhältnisse.

Allein bei der Frage nach der physiologischen Function des Ganglienzellkörpers handelt es sich nicht bloss um den einen Punkt, ob die Erregungsleitung den Zellkörper passire oder nicht, es handelt sich hier noch um etwas für den Physiologen viel Wichtigeres, nämlich um die Frage, ob und wieweit die Ganglienzelle im Centralnervensystem an den specifischen Functionen des letzteren betheiligte ist. Liefert die Ganglienzelle den Nerven Erregungsimpulse von bestimmter Form, ist sie an den Erregbarkeitsveränderungen der Centra betheiligte, beeinflusst sie die Dauer und den Ablauf der Erregungen, unterhält sie andauernde Erregungen, sind die verschiedenen Ganglienzellen specifischer Erregungsvorgänge fähig, d. h. besitzen sie eine specifische Energie, — oder aber spielt sich das Alles, wie BETHE meint, bloss im Fibrillengitter des Nervensystems ab, und sind die Ganglienzellen nur nutritorische Centra für einen bestimmten Fibrillenbezirk? Ich glaube, in diesen Fragen kann die physiologische Forschung ein entscheidendes Material beibringen.

Stellt man sich auf den Standpunkt BETHE's und nimmt man mit ihm und APÁTHY an, dass überall ein continuirliches Fibrillenwerk vorhanden sei, und dass überhaupt „keine anderen Unterschiede in der Function der verschiedenen leitenden Bahnen bestehen, als dass sie in

der Regel in verschiedenen Richtungen leiten“ (ΑΡΑΨΗ), so bleiben die meisten bekannten Erscheinungen vollkommen unbegreiflich, denn die physiologischen Thatsachen zeigen uns, dass sich die centralen Theile in jeder Beziehung gänzlich anders verhalten als die peripheren Nervenstämme.

Ich will nicht auf die schon mehrfach citirten Angaben von HELMHOLTZ, von WUNDT und von GAD und JOSEPH eingehen, nach denen die Erregungsleitung im Centrum mehr Zeit in Anspruch nimmt, als im peripheren Nerven. Ich will auch nicht näher eingehen auf die schon von SEMI MEYER mit Recht geltend gemachte Thatsache, dass HERMANN und BERNSTEIN bei Reizung des motorischen Nerven keine „negative Schwankung des Nervenstromes“ durch das Centrum hindurch im sensiblen Nerven auftreten sahen, während sie in umgekehrter Richtung, also im normalen Reflexbogen, immer zu finden ist. Ich möchte vielmehr einige physiologische Thatsachen beibringen, die bisher nur wenig oder gar nicht für die vorliegende Frage verwerthet worden sind.

BIEDERMANN hat vor Kurzem in diesem Zusammenhange daran erinnert, dass bestimmte Gifte auf das Centrum viel schneller und intensiver wirken als auf die Nervenstämme. So ist in gewissen Stadien der Aether- oder Chloroformnarkose die Erregbarkeit der Centra aufgehoben, aber nicht die der peripheren Nerven. Auch in der Asphyxie zeigen sich die Centra unerregbar, nicht aber die peripheren Nerven. BIEDERMANN macht ferner darauf aufmerksam, dass die Centra in hohem Grade die Fähigkeit der Erregungssummation besitzen, fast gar nicht dagegen die peripheren Nerven. Das Alles zeigt deutlich, dass die centralen Theile des Nervensystems wesentlich anders beschaffen sein müssen als die peripheren.

Eine directe Widerlegung aber der Ansicht, dass die Ganglienzellen nur nutritorische Function haben sollen, scheinen mir die Thatsachen der Ermüdung zu liefern. Es ist seit langer Zeit bekannt, dass die Leitfähigkeit der peripheren Nervenstämme überhaupt nicht ermüdet. Dagegen kann man die centralen Theile des Nervensystems durch andauernde adäquate Reizung sehr leicht bis zur völligen Unerregbarkeit bringen. Um etwas über den Stoffwechsel der nervösen Centra bei angestrenzter Thätigkeit und über die Ursachen der Ermüdung zu ermitteln, habe ich vor einiger Zeit Versuche angestellt, die demnächst veröffentlicht werden sollen. Ich möchte hier nur als eins der Ergebnisse hervorheben, dass die Unerregbarkeit der Centra genau wie beim Muskel aus zwei ganz verschiedenen Componenten resultirt, die ich schon früher als Ermüdung im engeren Sinne und als Erschöpfung scharf unterschieden habe, nämlich aus einer Vergiftung, vermuthlich durch Kohlensäure und vielleicht auch andere in Wasser lösliche Stoffwechselproducte, und aus einer Erschöpfung des zur Arbeit nöthigen Ersatzmaterials, und zwar zunächst des Sauerstoffvorrathes,

den die Centra besitzen. Zur Zeit, wo bereits völlige Unerregbarkeit der Centra eingetreten ist, hat sich die Erregbarkeit und Leitfähigkeit der Nerven noch nicht im Geringsten verändert. Man sieht also, dass die nervösen Centra einen unvergleichlich intensiveren Stoffwechsel haben, als die peripheren Nervenstämme, was ja bekanntlich auch anatomisch schon in dem verhältnissmässig viel grösseren Gefässreichtum zum Ausdruck kommt. Man könnte freilich die Sache so auffassen, dass die centralen Fibrillengitter wegen ihrer fehlenden Schutzhüllen und des grösseren Gefässreichtums der Centralorgane den etwa aus der angestregten Thätigkeit der Muskeln stammenden und im Blute circulirenden giftigen Stoffwechselproducten mehr ausgesetzt seien, als die von dicken Hüllen umgebenen und spärlicher vom Blute durchströmten Nervenstämme, und dass sie deshalb früher gelähmt werden. In der That haben mir meine Versuche gezeigt, dass die Selbstvergiftung durch die eigenen Stoffwechselproducte schon zur vollkommenen Unerregbarkeit der Centra führt, ehe noch ihr Sauerstoffvorrath vollständig erschöpft ist. Indessen ich habe die Selbstvergiftung dadurch ausgeschaltet, dass ich eine künstliche Circulation mit sauerstofffreier Kochsalzlösung einrichtete, so dass die Lähmung schliesslich nur durch Erschöpfung der Reservevorräthe entstand. Auch unter solchen Bedingungen war das Resultat das gleiche. Wie soll man sich nun diese ungeheure Verschiedenheit der centralen und peripheren Theile in ihrer Abhängigkeit von den Ersatzstoffen nach der BETHE'schen Auffassung denken? Wenn die Ganglienzellen nur nutritorische Function haben, so müssten ja gerade die centralen Theile, die in unmittelbarem Zusammenhang mit den Ganglienzellen stehen, zu allerletzt in ihrer Erregbarkeit und Leitfähigkeit ermüden. Ich sehe nicht, wie man diese Thatsachen mit der neuen Auffassung vereinigen kann.

Schliesslich noch Eins. Wir wissen seit langer Zeit, dass manche Gifte, wie z. B. das Morphinum, in die Blutbahn gebracht, nur auf bestimmte Theile des Centralnervensystems wirken. Einer meiner Schüler, Herr BAGLIONI, wird in einer im Druck befindlichen Arbeit zeigen, dass das durch seine höchst charakteristischen Wirkungen ausgezeichnete Strychnin im Rückenmark ganz allein nur auf die sensiblen Elemente der Hinterhörner wirkt, wo es die Erregbarkeit in ungeheurem Maasse erhöht, und dass Carbollösungen von bestimmter Concentration umgekehrt grade die motorischen Elemente der Vorderhörner in gesteigerte Erregbarkeit versetzen. Wie können diese Gifte, die doch zu allen Theilen des Nervensystems dringen, nur an ganz bestimmten Stellen ihre specifische Wirkung entfalten, wenn doch die Fibrillensubstanz anatomisch sowohl wie functionell überall gleich sein soll? Hier können doch zweifellos nur die specifischen Eigenschaften bestimmter Elemente der Centra verantwortlich gemacht werden, die etwas Anderes sind, als die gewöhnliche leitende Nervensubstanz.

davor bewahrt haben, zu einem starren Schema zu verknöchern. Das Neuron ist nicht überall das gleiche Ding, das uns etwa die GOLGI-Bilder von den Vorderhornzellen des Rückenmarks zeigen. Das Neuron ist mannigfaltig und vielgestaltig, je nach seinem Ort und seiner Function. Die Natur lässt sich nicht in ein starres Schema hineinzwängen. Ich glaube daher, dass die neueren Erfahrungen, statt die Neuronlehre zu erschüttern, sie im Gegentheil vielmehr gefördert und einer weiteren und freieren Ausgestaltung entgegengeführt haben. Mit diesem Ergebniss meines Referats möchte ich schliessen. Ich weiss, ich befinde mich darin im Gegensatz zu meinem verehrten Collegen NISSL, der die Neuronlehre schon als definitiv abgethan ansieht, aber ich denke, dass gerade die Vertretung zweier ganz entgegengesetzter Standpunkte bei der Berichterstattung für die Bildung eines unbefangenen Urtheils von besonderem Werthe sein wird.