

Archiv
für
pathologische Anatomie und Physiologie
und für
klinische Medicin.

Bd. 145. (Vierzehnte Folge Bd. V.) Hft. 3.

XV.

Allgemeine Betrachtungen über das Wesen und
die Function des vegetativen Nervensystems.

Von Prof Dr. Ernst Jendrássik in Budapest.

I.

Das sympathische Nervensystem, früher eines der am lebhaftesten bearbeiteten Nervengebiete, ist seit einigen Jahren das Stiefkind medicinischer Forschung geworden. Die schönen Ergebnisse der physiologischen Versuche konnten zwar in manchen werthvollen Krankenbeobachtungen nachgewiesen werden, doch zeigte es sich bald, dass ausser einigen stabilen Symptomen, ein grosser Theil der eingetretenen Störungen, ebenso bei vivisectorischen Experimenten als in pathologischen Fällen sich widersprechend verhalte. In klinischer Hinsicht wurde das Verständniß der sympathischen Affectionen noch dadurch wesentlich erschwert, dass man unter dem Titel „vasomotorisch-trophische“ Symptome oft die heterogensten Dinge zusammen geworfen hat. Die Ursache dieser Missstände liegt aber in den äusserst grossen, heute zum bedeutenden Theil unbesiegbaren Schwierigkeiten, mit welchen man auf diesem Gebiete zu kämpfen hat. Diese Schwierigkeiten erwachsen theils aus den mangelhaften anatomischen Kenntnissen, theils aus den sehr complicirten Verflechtungen der sympathischen Nerven mit den cerebro-spinalen, theils aus der

eigenthümlichen, inneren Organisation des sympathischen Nervensystems. Wenn ich es hier unternehme, auf Grund der Bearbeitung des vorliegenden Materials, einzelner Untersuchungen und klinischen Beobachtungen eine Hypothese zum Verständniss der Einrichtung und der Function des vegetativen Nervensystems zu veröffentlichen, so leitet mich die Ueberzeugung, dass Hypothesen, wenn sie mit den thatsächlichen Erscheinungen harmoniren, immer werthvolle — oft aber die alleinigen Führer (allerdings manchmal erst auf Irrwegen) zur Erkenntniss sind.

Die grobe morphologische Anatomie lehrt, dass der Grenzstrang nach oben zu in den zwei obersten Halsganglien endet, nur wenige Anatomen betrachten den Plexus caroticus als Fortsetzung des Grenzstranges. Der Grenzstrang ist aber eigentlich jenes Fasersystem, welches die entlang den Wirbeln liegenden sympathischen Ganglien verbindet, somit kann über den Charakter des Plexus caroticus nur die Bedeutung der in ihn eingelagerten Ganglien maassgebend sein. Theoretisch scheint es nicht schwer zu sein, über die Natur der Kopfganglien zu entscheiden. Die Spinalwurzeln lehren ohne Ausnahme, dass nur den centripetal-leitenden Fasern ein Spinalganglion zukommt, somit müssen die Ganglien an den sensiblen Hirnnerven, besser Kopfnerven, zu dem cerebro-spinalen Nervensystem gerechnet werden; es wären also als den Spinalganglien analoge Gebilde zu betrachten: der Bulbus olfactorius (oder die Schneider'sche Membran?) (I), die Zellenschicht der Retina (II), das Ganglion Gasseri (V), die Intumescentia ganglioformis Scarpae, und Ganglion spirale (VIII), das Gg. petrosum (IX), endlich das Gg. jugulare (X), während die übrigen Nervenzellenansammlungen: Ggg. ciliare, nasale, oticum, linguale, geniculatum (Plexus nodosus vagi), und einige kleinere, als Sympathicusganglien zu betrachten sind. Die sympathische Natur einiger dieser Ganglien ist von mehreren Anatomen ausgesprochen, fast unverständlich ist es jedoch, dass gerade jene, welche an ausschliesslich motorischen Nerven sitzen: das Gg. ciliare und besonders das Gg. geniculi¹⁾ zu den Spinal-

¹⁾ Kölliker gibt noch in der jüngsten Auflage seiner Gewebelehre (1894. II. S. 272) an, dass die Portio intermedia die sensible Wurzel des Facialis wäre. Die klinische Erfahrung, und sie ist in dieser Frage

ganglien gezählt werden, und doch ist ihre wahre Natur durch den innigen Zusammenhang mit dem sympathischen Kopfgeflecht, durch den vollständigen Mangel an motorischen Spinalganglien, und endlich durch ihre Verbindung mit sensiblen Fasern, welche schon ihr Spinalganglion passirt haben — ganz aufgeklärt. Was das Ganglion geniculi betrifft, so ist schon durch Remak, Sapolini angegeben worden, und neuerdings durch Penzo¹⁾ bestätigt, dass nur ein kleiner Theil des N. facialis, besonders aber der N. intermedius mit diesem Ganglion zusammenhängen. Diese Verbindungsfasern entsprechen den Rami communicantes.

Auf diese Weise betrachtet erscheinen die Kopfnerven ganz analog den Spinalnerven, während die genannten sympathischen Ganglien mit dem Plexus caroticus und einigen getrennt verlaufenden sympathischen Strängen die Fortsetzung des Grenzstranges bilden. Dieses System communicirt ebenso wie bei den Spinalnerven, entlang der Wirbelsäule mit den einzelnen Wurzeln der Kopfnerven; diese Verbindungen sind hier folgendermaassen vertheilt: das XI. und XII. Paar gesellt sich noch zum obersten Halsganglion und vielleicht zu dem auch sympathischen Gangl. plexiforme, weiterhin entspricht dem Gangl. oticum das IX. Paar und der dritte (motorische) Ast des Trigeminus, dem Gangl. linguale der VII. und ebenfalls V.₃ (sensible), dem Gangl. geniculatum und dem Gangl. nasale der VII. und V.₂, endlich dem Gangl. ciliare der III. und V.₁. Das Gangl. genicul. und

sicher beweisend, verneint absolut diese Ansicht. Man müsste also die Angaben von Sapolini und His mit den modernen Methoden von Neuem durchprüfen. Aber schon die makroskopisch-anatomischen Verhältnisse widerlegen auf das bestimmteste eine solche Ansicht, da erstens (mit Ausnahme der Sinnesnerven) die Interspinalganglien mit kürzeren Wurzeln in Verbindung stehen, als der N. Wrisbergi eine wäre, zweitens da die Interspinalganglien am Kopfe in den den interspinalen Oeffnungen analogen Fissuren sitzen, der Canalis Fallopiae aber einer solchen Fissur nicht entspricht, und drittens, da das Gangl. geniculi an einer Stelle liegt, wo der N. petros. sup. major in den Facialis mündet und solche Verknüpfungen an anderen Spinalganglien nicht vorkommen. Auch Lenhossék fand die Struktur des Gangl. genic. einem Spinalganglion entsprechend, doch fiel es ihm auf, dass das Ganglion auch solche Elemente enthält, die bei anderen Spinalganglien nicht vorkommen. Ich muss also diese Frage als eine offene betrachten.

¹⁾ Anatomischer Anzeiger. 1893.

nasale entsprechen somit einem sympathischen Ganglion, welches nur aus Rücksicht für die räumlichen Verhältnisse in zwei gespalten ist. Wenn man das Gangl. plexiforme den überzähligen Cervicalwurzeln (I. Cervicalnerv und Hypoglossus) zurechnen würde, so könnte man den 4 Kopfwirbeln je ein sympathisches Ganglion zutheilen, ob zwar die Anzahl allein in dieser vergleichend-anatomischen Frage kaum entscheidet. In den vielfachen Verflechtungen der Kopfnerven können natürlich auch andere Verbindungen noch stattfinden.

Es scheint also, dass: der Grenzstrang entlang sämtlichen cerebro-spinalen Wurzeln ausgebreitet ist und mit nahezu allen sich verbindet; die Gangl. ciliare, nasale, oticum, linguale, geniculi sind sympathische Ganglien.

II.

Was den inneren Bau des vegetativen Nervensystems betrifft — so sind hierüber unsere Kenntnisse noch ziemlich lückenhaft, eine bedeutende Sichtung erfuhr aber dieser Gegenstand vor Kurzem durch v. Kölliker¹⁾), — allerdings liegt bis jetzt nur das Sitzungsprotocoll (der Würzburger Phys.-med. Gesellschaft) über diese Verhandlung vor. Aus descriptiv-anatomischem Standpunkt ist seine, auf Untersuchungen basirte Darstellung gewiss musterhaft, ich bin aber, besonders durch die vergleichende Methode (noch bevor die Kölliker'sche Mittheilung erschien), zu einer allgemeineren Auffassung gekommen, welche indess mit den Kölliker'schen Angaben ziemlich gut harmonirt.

Wenn wir den Zweck der Ganglienzellen suchen, so erscheinen vor der Hand zwei Aufgaben, welche durch die anatomische Anordnung schon gegeben sind: 1) die Umgestaltung dunkelrandiger Fasern in Remak'sche und 2) die Vermehrung dieser letzteren. Verfolgen wir den Verlauf der cerebro-spinalen Fasern im Grenzstrange, so sieht man (wie das besonders Onodi feststellte), wie bedeutende Fasermassen mehrere Ganglien passiren, ohne dass sie mit den Zellen in Zusammenhang treten würden, was auch oft durch den gesonderten Verlauf der Bündel an-

¹⁾ A. v. Kölliker, Der feinere Bau und die Functionen des sympathischen Nervensystems. Würzburg 1894. Seither ist der ganze Artikel schon erschienen.

gezeigt ist. Diese cerebro-spinalen Elemente verlieren sich aber allmählich, d. h. sie werden in weiteren Ganglien transformirt. Die transformirenden Zellen sind gewiss jene mit einfachem, nervösen Fortsatz, während den vervielfältigenden Zellen höchst wahrscheinlich die vor Kurzem durch Cajal beschriebenen, mit vielen, sich verzweigenden nervösen Fortsätzen versehenen Zellen entsprechen, obzwar eine Vermehrung der Fasern auch durch einfache Theilung derselben stattfindet. Die Verbindung dieser transformirenden Zellen mit ihren cerebro-spinalen Wurzeln geschieht nach dem bekannten motorischen Typus mit Endverästelung der proximalen Faser in der Nähe der Ganglienzelle. Diese Verbindung ist also eine indirecte, die Ganglienzelle behält eine gewisse Individualität und Unabhängigkeit, ähnlich den Vorderhornzellen. Wie ich diese Individualität verstehe, werde ich unten angeben.

Auf Grund sorgfältiger Untersuchungen und der physiologischen Verhältnisse müssen wir annehmen, dass die eigentlichen Grenzstrangganglienzellen alle mit Endapparaten cerebro-spinaler Nervenfasern zusammenhängen (Gaskell). Diese Annahme wird bekräftigt besonders durch das Verhalten der Kopfganglien, welche alle mit mehreren Kopfnerven verbunden sind. Ob diese Communicans-(cerebro-spinal-)fasern den Charakter peripherischer Nerven oder den der Strangfasern haben, könnte man vielleicht durch den Nachweis der Schwann'schen Hülle feststellen. Ich halte es für wahrscheinlicher, dass sie Strangfasern sind, da die Krankenbeobachtungen übereinstimmend die Unheilbarkeit selbst einfacher Schnittwunden des Grenzstranges beweisen und doch erfolgt eine Regeneration unter solchen Umständen in Fasern, welche eine Schwann'sche Scheide besitzen. Die Lösung dieser Frage wäre um so mehr erwünscht, da ja die Ursprungsstelle der Communicansfasern im Rückenmark und höher nicht mit Gewissheit bekannt ist, obzwar nach Gaskell und Kölliker die kleineren Zellen in den Vorderhörnern dieser Aufgabe obliegen. Kölliker giebt als sichergestellt an, dass diese Zellen nicht mit den Pyramidenbahnen zusammenhängen, glaubt aber doch, ihre Bahnen in den Seitensträngen suchen zu müssen. Es ist derzeit noch sehr schwer, sich in diesen Fragen zu orientiren, um so mehr, da die Rami communicantes erst nach der Vereini-

gung der vorderen und hinteren Wurzeln aus dem gemeinsamen Stamm heraustreten; es ist auch festgestellt, dass beide Wurzeln mit dem vegetativen Ganglion zusammenhängen, doch fehlen nähere Daten über die relative Anzahl der einzelnen Wurzelfasern.

Der Grundtypus der sympathischen Elemente ist also der folgende: aus den Centralbahnen (welche gewiss schon im Gehirn beginnen) tritt eine dunkelrandige Faser, wahrscheinlich im Rückenmark durch eine Nervenzelle noch einmal unterbrochen, durch den Ramus communicans in den Grenzstrang und endet entweder im nächsten Ganglion, oder zieht weiter, in manchmal schon ganz peripherisch gelegene Ganglien, bildet hier einen verzweigten Endkorb um eine sympathische Zelle (Transformirungszelle), von welcher dann eine oder mehrere Remak'sche Fasern abstammen, um entweder direct oder nach neuerlicher Unterbrechung ihre letzte Endung zu erreichen. Auf Grund unserer heutigen Kenntnisse kann man also behaupten, dass die Transformirungszelle auch der Erhalter der Remak'schen Faser ist; diese Zelle und natürlich auch ihre Faser bleibt unversehrt bei einer eventuellen Destruction der betreffenden — mit ihr organisch nicht zusammenhängenden — Centralfaser. —

Die sympathischen Zellen scheinen grössttentheils nur mit einem einfachen nervösen Fortsatz versehen zu sein, ein Theil derselben weist Dendriten auf. Eigentlich sollte man diese letzteren motorischen, scheinbar multipolaren Zellen unipolar nennen, da sie ihren nervösen Fortsatz nur in einer Richtung aussenden¹⁾), während die Spinalganglienzellen einen nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin erhaltenen Fortsatz haben und somit bipolar und antipolar sind. Es giebt aber auch bipolare sympathische Zellen, nur scheint es nach Allem, was über diese Frage vorliegt, dass die beiden Fasern in gleicher Richtung verlaufen und enden, sie waren also bipolar, jedoch isopolar. Die antipolaren — sensiblen — Zellen sind als Commutatorzellen zu betrachten, der Zweck ihrer Bauart ist leicht ersichtlich, wenn wir bedenken, dass die nervösen Inductionserscheinungen im Nervensystem nur vom Endkorb zur Zelle entstehen, umgekehrt nicht; die Umkehrung der centripetalen Erregungen muss also durch Zwischenschaltung einer Zelle geschehen, sonst würde ja

¹⁾ Schwalbe, Archiv f. mikrosk. Anatomie. IV. Bd. S. 69.

der peripherische Nerv ganz zellenlos, eine blosse Fasern sein, was natürlich unmöglich ist, die Faser ist ja nur ein Theil der Zelle. Hiedurch wird die Angabe Smirnow's (Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 35), dass die Spiralfaser der sympathischen Zelle zur Peripherie zieht, hinfällig, denn nach den jetzigen Kenntnissen bildet diese Faser den Endkorb um die sympathische Zelle, und so bleibt die Annahme von Gust. Retzius, dass die Spiralfaser zur Verbindung der Ganglienzelle mit dem cerebro-spinalen System bestimmt ist, allein annehmbar.

Ausser diesen Elementen finden sich noch in den Bahnen des vegetativen Nervensystems dunkelrandige sensible Fasern, welche theils in keiner näheren Beziehung zum Gangliensystem stehen und diesen Weg blos zu der näheren Erreichung ihres Ziels zu betreten scheinen, theils aber in innigem Zusammenhang mit den Functionen der Eingeweide stehen, diesen Theil werde ich später unter der Bezeichnung „Vagussystem“ eingehend besprechen. v. Kölliker giebt noch an, dass ausser dem Vagus noch ähnlich functionirende und ebenfalls bis zu ihrer Endung dunkelrandig verlaufende Fasern, auch aus den vorderen (?) Spinalwurzeln heraustretend mit den Sympathicusfasern gemeinschaftlich ihre Wege betreten. Dies scheint besonders an jenen Körpertheilen der Fall zu sein, wohin der Vagus nicht reicht, also an den Extremitäten, am Kopfe, im Allgemeinen aber gehören diese Fasern zur Gefässinnervation (v. Kölliker betrachtet sie als Vasodilatatoren) und sind eigentlich cerebro-spinale Elemente, welche mit den sympathischen Fasern in denselben Strängen verlaufen. Auf ihre Bedeutung komme ich noch zurück.

Den Grundtypus des vegetativen Nervensystems (d. h. sämmtlicher Nervenbahnen — sympathischer, sowie cerebro-spinaler Natur — welche die vegetativen Organe versorgen) kann man folgendermaassen skizziren. Die meisten (vielleicht alle) vegetativen Organe haben in ihr Gewebe specielle Ganglien (vegetative Organganglien) eingebettet, welche, wie das ausgeschnittene Herz, Darmstücke u. s. w. bezeugen, die Bewegung, bezw. Function der betreffenden Organe wenigstens in einer gewissen Form auch selbständig leiten können¹⁾. Diese Organe

¹⁾ Es ist hier nicht der Ort über die Pulsationen der ganglienfreien Herzspitze zu reden. Ich bin der Ansicht, theils auf Grund der Aehnlich-

sind mit den Nervencentralapparaten auf zwei, bezw. drei Wegen verbunden. Erstens durch eine Bahn, welche als sympathisches System bezeichnet werden kann und welche die Rami communicantes von ihrem centralsten (noch unbekannten) Entstehungsort angefangen zu den Grenzstrangganglien (vegetative Centralganglien), ferner durch die oben schon besprochenen sympathischen Fasern bis in die Organganglien und ihre peripherische Endigung mit einschliesst. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass diese Verbindung motorischen Charakter hat. Die vegetativen Centralganglien haben zur Hauptaufgabe die Uebernahme der Erregung vom cerebro-spinalen Nervensystem und Abgabe derselben an die Organganglienzellen, es ist fraglich, ob dieses System auch zur Ausbreitung der Erregung auf andere Körpertheile, was nur auf reflectorischem Wege denkbar wäre, beiträgt. François-Franck hat neuerdings¹⁾ Versuche mitgetheilt, welche die Möglichkeit einer solchen Annahme zulassen, doch ist diese schwierige Frage damit noch nicht gelöst. Auf diesem motorischen Wege des Sympathicus müssen also wenigstens drei Abschnitte von einander getrennt werden: 1) der cerebro-spinale, bis zum Grenzstrangganglion, 2) jener zwischen dem Grenzstrang- und Organganglion und 3) die peripherische Ausbreitung vom Organganglion und Endung der Remak'schen Faser.

Die zweite Verbindung mit dem Centralnervensystem ge-

keit dieser Bewegungen mit den rhythmischen Zuckungen anderer absterbender oder gereizter Muskeln, theils auf Grund der Ausführungen von Kaiser (Zeitschr. f. Biologie. Bd. 30), dass diese Pulsationen ganz anders beurtheilt werden müssen; wenn nichts anderes, so beweist der Stannius'sche Versuch den nervösen Ursprung der Bewegungen des functionirenden Herzens. Auf dem Standpunkte von Romberg und His jun. müsste man ja die Ursache der Herzbewegung ausserhalb des Nerven- und Muskelsystems suchen, da nach ihnen das Embryoherz schon zu einer Periode pulsirt, als es noch weder Muskel- noch Nervenelemente besitzt. Meltzer (New-York med. Journal. 1893) hat auch eine Theorie ohne Localisation des Bewegungsimpulses ersonnen. Wie dem es auch sei — die Bewegungen der abgetrennten Herzspitze sind blos einzelne Contractionen und nicht eine in Kraft und Rhythmus coordinirte Herzaction.

¹⁾ Archives de physiologie. 1894.

schieht durch eine Art Fasern, welche ich das Vagussystem nennen möchte, da der Vagus ein Hauptrepräsentant derselben ist. Es ist sehr schwer auf diesem viel durchforschten, doch noch bei Weitem nicht erforschten Terrain sich zurecht zu finden. Als gewiss kann es betrachtet werden, dass durch dieses System eine zweite Verbindung der betreffenden Organe mit dem Centralnervensystem geschaffen ist, doch scheint diese Verbindung nicht einfach mit den sympathischen Ganglien zusammen zu hängen, die Endzweige der Vagusfasern erreichen, dunkelrandig bleibend, die betreffenden Organelemente, an welche sie angewiesen sind. Welche Function kann der Vagus¹⁾ haben? Der eigentliche Vagusstamm gehört morphologisch zu den sensiblen, oder sagen wir, zu den centripetal-leitenden Nerven. Nachdem dieser morphologische Typus mit seinen bipolaren, hauptsächlich aber (im obigen Sinne) anti-polaren Zellen, in einem, ausserhalb des Centralnervensystems,

¹⁾ Da die Autoren die Grenze zwischen Vagus und Accessorius nicht gleich und bestimmt angeben, so muss ich bemerken, dass ich unter Vagus jene Wurzel verstehe, welche in das Gangl. jugulare eintritt. Diese Auffassung hat meiner Ansicht nach eine rationelle Basis, auf Grund deren dieser Nervbündel einen eigenen Namen verdient. Wenn man aber blos aus dem Gesichtspunkte der morphologischen Anatomie diese Frage betrachtet, so scheint dieses Eintheilungsprincip auch entsprechend. Man darf eben nicht vergessen, dass die anatomische Zergliederung der Glossopharyngeus-Vagus-Accessoriusgruppe keine andere Eintheilungsbasis hat, und wenn wir die verschiedenen Thierspecies mit einander vergleichen, so sehen wir, dass einzelne Faserbündel bald dem zehnten, bald dem elften Paar sich zuzugesellen scheinen. In diesem Umstand liegt auch die Ursache dessen, dass ein Theil der Forscher die Bewegungsnerven des Kehlkopfes vom Vagus, ein anderer Theil vom Accessorius herleiten, und beide Parteien haben in gleicher Anzahl und gleich höchstehende Männer an ihrer Seite. Die hervorragende Rolle des eigentlichen Vagus, dass er die Organe der Brusthöhle und des Bauches mit centripetalen Bahnen versieht, welche alle in das verlängerte Mark geführt werden, sichert diesem Nerven eine ganz eigene Stellung, während der Accessorius (der motorische Antheil der IX., X. XI. Gruppe) sich an den Muskeln des Halses, des Kehlkopfes ausbreitet, also blos locale Bedeutung besitzt. Wenn aber Jemand um jeden Preis eine motorische Vaguswurzel haben will — so ist das eine individuelle Ansicht — welche ich, wenigstens in dieser Arbeit, nicht theile.

als Spinalganglion, hier als Gangl. jugulare, situirtem Ganglion ohne Ausnahme nur den centripetal functionirenden Elementen eigen ist: ist dieser Nerv auch physiologisch unmöglich anders als centripetal wirkend aufzufassen. Für mich scheint dieser Schluss absolut zwingend zu sein, die anatomischen Verhältnisse liegen doch so klar als möglich vor uns, gegenüber diesen verlieren die complicirten, eigentlich nie gut verstandenen, von den verschiedenen Forschern vielfach gedeuteten, scheinbar widersprechenden Experimente ihre Beweiskraft. Man könnte ja einwenden, dass vielleicht auch andere, im Gangl. jugulare nicht unterbrochene Fasern mit dem Vagusstamm austreten und durch das Ganglion einfach durchlaufen und so dennoch ihren motorischen Charakter behalten, doch sind eben diese Theile des Nervensystems von den bedeutendsten Forschern vielfach untersucht worden und obzwar Ramon y Cajal, v. Lenhossek, v. Kölliker, v. Gehuchten motorische Fasern in den hinteren Wurzeln beim Hühnchen gefunden haben: konnte so etwas, trotz der vielen, auf diesen Gegenstand gerichteten Untersuchungen nie beim Säugethier angetroffen werden.

Die meisten Anatome beschreiben 2 (oder gar 3) Ursprungskerne des Vagus, von welchen der Nucleus ambiguus als Rest des motorischen Vorderhorns angesehen wird. Man wird zugeben müssen, dass diese histologischen Combinationen nicht immer untrüglich sind, doch erklären sich diese Verhältnisse sehr leicht, wenn man die Analogie im Rückenmark zur Grundlage nimmt. Wie bekannt, ist die Gestaltung der hinteren Wurzeln eine ganz verschiedene von der vorderen. Die sensible Faser passirt noch vor ihrem Eintritt in das Rückenmark die Spinalganglienzelle, dann gelangt die Wurzelfaser in den Hinterstrang und verläuft nach oben bis in die Kerne des betreffenden Hinterstrangs im verlängerten Mark. Aus dieser Hinterstrangfaser treten aber ungefähr in der Höhe der betreffenden Wurzelfaser zweierlei Seitenäste, sogenannte Collateralfasern aus, die einen ziehen in das gleichseitige Vorderhorn zu motorischen Apparaten, das sind die Reflexcollateralen, die anderen ziehen nach neuerlicher Unterbrechung durch Ganglienzellen auf die andere Hälfte des Rückenmarks im Wege der vorderen Commissur, das sind die gefülsleitenden Collateralen.

Es zeigt sich also, dass während die spinalen Reflexe und die Gefühlsleitung schon in der Höhe der eintretenden Wurzelfaser auf ihre angewiesenen Bahnen gelangen, es noch nothwendig ist, dass diese hinteren Wurzelfasern in das verlängerte Mark geführt werden. Es würde zu weit führen, wenn ich mich auf die Function dieses Fasersystems, die besonders aus den klinischen Beobachtungen erkannt werden kann, hier auslassen würde, doch ist schon diese anatomische Anordnung an und für sich vielsagend.

Betrachten wir nun in diesem Sinne die sensiblen Kopfnerven. Man hat bisher die Kerne der motorischen und sensiblen Nerven im verlängerten Mark als gleichwerthig betrachtet. Das ist gewiss nicht richtig, wir kennen die Spinalganglien der sensiblen Hirnnerven, nun müssen wir noch die drei verschiedenen Kerne, analog den spinalen Verhältnissen, deuten. Da ergiebt sich, dass nur einer dieser Kerne direct (doch auch nicht organisch) mit den eintretenden Wurzelfasern zusammenhängt, das ist der dem Nucl. funiculi gracilis et cuneati entsprechende Kern, während die beiden anderen, nur durch Collateraläste mit den Wurzelfasern verbunden sind und die sensible und Reflexverbindung vermitteln. Die letztere Verbindung muss aber motorischen Charakter haben, nur mit dem Unterschied, dass die Collateralfaser nicht in die Zelle eintritt, sondern (wie übrigens sämmtliche Zweige der hinteren Wurzelfasern) blos mit ihrem Endkorb die Zelle umspinnt. Leider war es bisher nicht möglich, anatomisch dieses Verhalten nachzuweisen, da die Färbung dieser Gebilde nicht genügend gelang, die Analogie aber ist so klar, dass an der Richtigkeit dieser meiner Annahme kaum jemand zweifeln dürfte. — Die Physiologie muss also trotz der jetzigen, fast allgemein geltenden motorischen Annahme in der Deutung der Function des Vagus zum Standpunkte Bischoff's und Longet's zurückkehren.

Einer solchen Auffassung gegenüber drängt sich aber so gleich die Frage auf, ob die bisherigen Versuchsergebnisse auch auf diese Weise erklärt werden können, sie waren es ja, welche die centrifugale Theorie bisher und scheinbar ganz unzweideutig begründeten. Es sind hauptsächlich zwei Functionen des Vagus, die in Betracht gezogen werden müssen: die direct mö-

torischen und die hemmenden, welch' letztere jetzt auch als centrifugale Function gelten.

Jene direct motorischen Verrichtungen, welche im weiteren Verlaufe dieser Nerven in quergestreiften Muskeln nachweisbar sind, stammen vom Accessorius her¹⁾). Die Functionen der Accessoriusfasern sind aber rein motorisch, mit der „Hemmung“ hat dieser Nerv eben so wenig zu thun, als andere motorische Nerven. Den lange geführten Streit, ob die Herzfasern des Vagus von diesem Nerven, oder vom XI. herstammen, hat unlängst durch klar und umsichtig durchgeführte Versuche im hiesigen physiologischen Institut Fr. Vas zu Gunsten des Vagus entschieden. So auch vor Kurzem Grossmann. Ist aber dieser Nerv eigentlich sensibel — centripetal functionirend — dann müsste angenommen werden, dass im unversehrten Thier auf diesem Weg keine centrifugalen Erregungen ablaufen und somit im Thierexperiment die faradische Reizung des peripherischen Theiles dieses Nerven nicht die physiologischen Verhältnisse reproducirt. Ich nehme vielmehr an, dass das Vagussystem den centripetal leitenden Weg bildet, indem es zwischen den Organ-elementen beginnt und in's Centralnervensystem führt, während die hier in den verschiedenen, complicirten Reflexcentren dann wachgerufene Reflexerregung centrifugal durch die Sympathicus-wege zu den peripherischen Endigungen gelangt. Der Zweck dieser Anordnung ist leicht ersichtlich: Das Organganglien-system arbeitet gleich einer Maschine ohne Maschinist, die Regulirung der Arbeit entsprechend den Bedürfnissen der Haushaltung des Organismus erfolgt auf reflectorischem Wege, ausgelöst oft durch allgemeine Einflüsse des Blutes auf's Nervensystem, oft aber durch peripherische Eindrücke (Hunger, Speisen im Magen u. s. w.) und in beiden Fällen ist es nothwendig, dass das Centralsystem über die Arbeitsleistung des betreffenden Organs wohl unterrichtet sei. Diese centripetale Function des Vagussystems scheint nicht eigentlich Tast- oder Schmerzgefühlleitung zu sein (für diese Sinnesqualitäten existiren andere Nerven), sondern eine Art des Muskelgefühls, vielleicht wäre es

¹⁾ Oder, wenn Jemand diesen Theil des Accessorius anders benennen will: von den mit dem Gangl. jugulare nicht zusammenhängenden motorischen Vagusfasern.

besser gesagt: Eingeweidegefühls. Es ist ja bekannt, wie grosse Störungen der Verlust dieses Gefühls in den motorischen Verrichtungen der animalen Functionen verursacht, dieselben in den vegetativen Organen führen zum Tode. Die Erscheinungen, welche nach dem, in Folge der Vaguslähmung, eingetretenen Tode nachweisbar sind, können in dieser Weise sehr gut erklärt werden: sie sind ähnlich der Augenentzündung bei Trigeminusanästhesie, so die traumatische Lungenentzündung bei Vaguslähmung bei Säugethieren; bei Fröschen, welche Thiere weniger zu acuten Entzündungen disponiren, entsteht, wie das von Prof. Klug in seinem ungarischen Handbuch der Physiologie beschrieben ist, eine hochgradige Darmblähung, welche sehr gut mit der Anästhesie (für den Inhalt des Darms) erklärt werden kann und Analogie mit der Urinretention bei Blasenanästhesie zeigt. Die Lungen sind bei diesen Thieren luftleer, dieser Contrast ist leicht zu verstehen, wenn man bedenkt, dass Reizung der Bauchäste des Vagus erhöhte Peristaltik, hingegen des Halstheiles Verminderung der Athmung hervorruft.

Ist es ferner nicht auffallend, dass die Lähmung dieses Nerven weniger Symptome zeigt, wie seine Reizung? Das ist bei motorisch und noch dazu, wie man meint, antagonistisch funktionirenden Nerven nicht die Regel. Und ist jene grosse Erregbarkeit nicht auffallend, mit welcher dieser Nerv auf Stromstärken reagirt, gegen welche andere motorische Nerven unerregbar sind, während sensible Nerven sich schon empfänglich zeigen?

Die bekannten Erscheinungen am Herzen erklären sich bei dieser Annahme sogar leichter, wie bei der motorischen Theorie. Es ist nehmlich bekannt, dass directe Einwirkungen auf's Herz seinen Rhythmus stören, somit müssen wir in diesem Organ selbst eine Reflexeinrichtung supponiren. Da aber der sympathische Apparat blos motorisch zu sein scheint¹⁾), so sind wir

¹⁾ Die Angaben von His jun. und Romberg, nach welchen die sympathischen Ganglien sensibel wären, betrachte ich als hinlänglich widerlegt. Diese Irrung ist aber sehr lehrreich. Die genannten Forscher kamen aus jenem Umstand auf ihren Standpunkt, dass, wie dies schon Onodi angegeben hat, die sympathischen Ganglien aus den Inter-spinalganglien abstammen. Die Embryologie trägt unzweifelhaft sehr viel bei zu der Erforschung der Organisation des Nervensystems, doch

gezwungen, den centripetalen Kreis dieses Reflexes in den Vagusfasern zu suchen. Man könnte annehmen, dass Collateraläste ähnliche Fäserchen aus den Vagussträngen zu diesen Organganglienzellen ziehen und so den Reflexbogen ermöglichen. (S. unten die Figur.) Eine solche Annahme erscheint gerechtfertigt, wenn wir den primären Reflexkreis im Rückenmark betrachten, hier sind es auch Collateraläste, welche, an die Nervenzellen tretend, einen Bogen schliessen, während die Stammfaser in höhere Gegenden, zu einem zweiten Reflexkreis hinaufzieht; somit wäre jener Reflexkreis analog dem spinalen. Freilich ist bis jetzt aus dem Fasernetz, welches diese peripherischen sympathischen Zellen umgibt, noch diese Anordnung nicht herausgelesen worden, was gewiss den grossen technischen Schwierigkeiten zugeschrieben werden kann, ich werde aber weiter unten analoge, makroskopische Einrichtungen anführen (s. bei der Thränenenddrüse), welche zu Gunsten meiner Ansicht zeugen. Eigentlich gebe ich ja hier nur eine Form einem schon längst von Physiologen gefühlten Postulat. Ich sehe aber in der sogleich zu beschreibenden Functionsweise dieser Einrichtung den Beweis für ihre Richtigkeit. Contrahirt sich nehmlich das Herz, so ruft dieser Druck in den sensiblen Vagusenden eine Erregung wach, welche durch die Collateraläste den Organganglienzellen zugeheilt wird. Diese centripetale Erregung lässt dort ebenso die Erschlaffung eintreten, wie in der Athmungslehre das Inspirationsgefühl die Exspiration auslöst und umgekehrt. Das wäre der nervöse Mechanismus der rhythmischen Thätigkeit des Herzens. Reize ich den Vagusstamm, so entsteht im Sinne der doppelsinnigen Leitung der Nerven in den Ganglien ebenfalls im Wege der Collateraläste, ein Zustand, der dem Herzsyntole-

hat man bisher jenen wichtigen Umstand nicht hervorgehoben, dass in der ersten Periode der Entwicklung nur die Stützsubstanz des Nervensystems sich ausbildet, und in diesem Grundgewebe erst später die eigentlichen nervösen Elemente entstehen, wachsen, sich mannichfaltig verflechten u. s. w. Man irrt, wenn man die bindegewebige Stützsubstanz für nervöse Bestandtheile nimmt. Bei der Entwicklung dieser Ganglien schnürt sich nur diese Stützsubstanz vom Spinalganglion und nicht die nervösen Elemente ab.

gefühl entspricht und das Herz wird in Diastole stehen bleiben; reize ich aber den Nerv blos mit einem sehr schwachen Strom, so wird das Gefühl (das Wort ist nicht ganz entsprechend) einer ungenügenden Systole entstehen und der Ganglienapparat wird trachten, noch besser zu arbeiten.

Ein solcher peripherischer Collateralreflexapparat existirt natürlich für den Athmungsapparat nicht und hierin liegt eben ein ganz evidenter Beweis für die Richtigkeit meiner Annahme. Reizen wir nehmlich bei durchschnittenen Vagi die peripherischen Stümpfe, so hat das keinen Einfluss auf die Athmung, reizen wir hingegen die centralen Enden, dann steht die Athmung eben so still, wie das Herz bei peripherischer Reizung. Niemand könnte da behaupten, dass der Reizeffekt des centralen Theils der durchgeschnittenen Vagi auf die Athmung motorischen — centrifugalen — Charakter hat. Dass eine Unterbrechung durch Ganglienapparate in beiden Fällen erfolgt, zeigt schon die bekannte, lange Latenzperiode bei Vagusreizungen. Auch ist es ein sehr treffender Beweis der centripetalen Wirkung des Vagus, dass die einseitige Lähmung dieses Nerven gar keine Erscheinungen (abgesehen von einer event. Beteiligung der Accessoriusfasern) aufweist, wie dies noch in der allerletzten Zeit durch sorgfältige Untersuchungen von Gourfein¹⁾ festgestellt wurde. Das wäre bei einem motorischen Nerven unmöglich, ist aber leicht zu verstehen bei meiner Annahme, da die betreffenden Elemente immer doppelseitig innervirt werden und so das Organgefühl blos einer Seite auch genügt.

Die beispiellos hochgradige Erschöpfbarkeit des Vagus, welche sich darin zeigt, dass der Stillstand des Herzens, trotz der continuirlich fortgesetzten Vagusreizung nach wenigen Seunden schon aufhört und das Herz von Neuem zu pulsiren anfängt, beweist hinlänglich, dass die sog. „Hemmungsfuction“ und der „Vagustonus“ nicht den motorischen Functionen analoge Innervationsprozesse sind, sondern, dass die Hemmungsercheinung nur das Resultat einer Störung der näher noch nicht bekannten inneren Vorgänge ist, um so mehr, da wir die Annahme der Hemmungsfuction nur aus den Veränderungen

¹⁾ Gourfein, Recherches sur la symptomatologie de la paralysie unilatérale du pneumogastrique. Genève 1894.

schöpfen, welche in Folge sehr grober Eingriffe in die Function dieser Nerven entstehen. Sehr lehrreich in dieser Beziehung ist z. B. der Umstand, dass Vagusreizung bei Nicotin-, Atropinvergiftung, ja sogar bei der Einwirkung des Curare in einem gewissen Stadium der Vergiftung, ferner bei sterbenden Thieren, beim Salzfrosch, beim künstlich erwärmten Herz u. s. w. eine Erhöhung der Herzaction zur Folge hat. Auch fallen die scheinbar einfachsten Versuche nicht immer in demselben Sinne aus, weil eben der Reizeffekt nicht einfach vom Reiz abhängt, sondern das Resultat mannichfacher, grössttentheils dem Auge des Beobachters verborgener Verhältnisse ist.

Dass man vom Standpunkt der centripetalen Leitung des Vagus die bekannten Reiz- und Lähmungsscheinungen am Herzen erklären kann, will ich folgender Weise darlegen. Wie ich schon oben angegeben habe, müssen wir zwei Reflexcentren für die Herzbewegungen annehmen, eines im Herz selbst, gebildet durch die Vagusendigungen, ihren Collateralfasern und den eigentlichen Herzganglien mit ihren peripherischen, sympathischen Fasern, während das zweite Reflexcentrum in der Oblongata liegt, ihre centripetale Leitung durch den Vagus erhält, dann aber durch Hinzutreten verschiedener, centrifugaler und -petaler Bahnen einen bedeutend complicirteren Mechanismus aufweist. Bei dieser Art der Reflexe (vasomotorische, Eingeweidereflexe) bleiben die betreffenden Reflexcentren in continuirlicher Erregung und zwar dem peripherischen Reiz adäquat, wir können also im sensorischen Abschnitt dieser Reflexbahn einen gleichmässigen, nur bei der peripherischen Reizänderung sich modifizierenden Spannungs-, bzw. Erregungszustand annehmen. Da dieser Zustand vom peripherischen Reiz erhalten wird, so ist ihre Quelle im Herzen gewiss die systolische Contraction seiner Musculatur. Dieser Erregungszustand wird nun die Herzthätigkeit wesentlich beeinflussen: vermindert sich ihre Spannung — das bedeutet ja im engeren Reflexkreis des Herzganglienapparates Schwächung der Systolen — so trachtet das Herz durch Mehrarbeit den Erregungszustand zu erhöhen, wird er grösser, dann verlangsamt sich die Herzaction, hört selbst für einige Zeit auf. Die Arbeit der Herzganglien ändert sich also nach dem Spannungszustand des Endkorbes der Vagus-

collateralfasern. Das ist der Organreflexkreis des Herzens. Während einer Herzpause wächst die Energie im Herzen und es kann füglich wieder seine Thätigkeit beginnen, auch trotz einer künstlich erhaltenen Vagusreizung, wenn die Energie ihrer Ganglien grösser wie der Spannungszustand im Vagussystem geworden ist, hört aber dieser Spannungszustand im Vagus plötzlich auf, dann wird die Herzaction unter Umständen für eine Zeit frequenter wie vordem, bis die Ganglien ihren nunmehr überflüssigen Energievorrath verzehrt haben. Auf solche Weise gewinnt jene, bisher kaum erklärte lange Latenzperiode, welche zwischen der Vagusreizung und ihrem Effekt nachgewiesen ist, eine einfache Erklärung. — In normalen Verhältnissen wird das jeweilige Plus des Erregungszustandes in den Centren der Oblongata verbraucht, es ist aber denkbar, dass in den Fällen, wenn von anderen Seiten her (Splanchnicus) starke Reize in dieselben Reflexcentren gelangen — hierdurch der Widerstand dem centripetalen Vagusstrom gegenüber erhöht wird und so die Erscheinungen des vergrösserten Vagusspannungszustandes eintreten. Dass dieser „Spannungszustand“ tatsächlich existirt, beweisen jene Umstände, welche bisher auf die Annahme des „Vagustonus“ geführt haben. Dass aber im sensiblen Theil einer Reflexbahn höhere Grade der Spannung entstehen und dann die motorische Function wesentlich beeinflussen können, beweisen die Charaktere jener Gruppe von Reflexen, welche ich in einer unlängst publicirten Arbeit¹⁾ als specielle Centren besitzende Reflexe zusammengefasst habe. Bei diesen Reflexen — zu welchen z. B. das Urinieren, das Niessen, die Ejaculation gehören — erzeugt der sensible Reiz einen sich allmählich verstärkenden Spannungszustand, welcher erst auf einem gewissen Höhepunkt die centrifugalen Apparate in Bewegung setzt. Die vasomotorischen und Eingeweidecentren in der Oblongata kann man sich derart vorstellen, dass die einzelnen Centren von ihren peripherischen Endapparaten her in einem gewissen Spannungszustande erhalten werden und durch die relative Grösse ihrer Spannung auf einander wirken. Sinkt die Spannung in einem Centrum, dann wird hierdurch nicht nur die betreffende motorische Bahn zu inten-

¹⁾ Jendrássik, Allgemeine Localisation der Reflexe. Archiv f. klin. Medicin. Bd. 52.

siverer Auseifierung seines Organs getrieben, sondern es treten zugleich auch in den übrigen vasomotorischen Centren compensirende Innervationsveränderungen ein. Eben in dieser gegenseitigen Compensation liegt die Ursache, warum diese Centren alle nahe zu einander und in der Oblongata liegen.

Dass beim Durchschneiden des Vagus der Spannungszustand sofort aufhört, entspricht vollkommen unseren Kenntnissen über den Verlust des Tonus nach Abtrennung der peripherischen Nerven vom centralen Nervensystem. Dieser Verlust bringt ja die Desorganisation mit ihren histologischen Veränderungen nach sich.

Im Magen, in den Därmen ist der Einfluss der Vagusspannung insofern ein anderer, da hier eben das Vorhandensein eines Reizes im Vagus die Ganglien zu grösserer Thätigkeit anregt, was mit den Bedürfnissen des Organismus harmonirt. Vielleicht wird es gelingen, für dieses entgegengesetzte Verhalten eine Erklärung dereinst in der anatomischen Verbindung des Vagussystems mit dem Ganglienapparate nachzuweisen, oder aber ändert sich blos die Erregbarkeit des Ganglienapparates zu verschiedenen Zeiten. Es wäre auch denkbar, wenn man dem Nervenstrom auch polare Eigenschaften zuschreibt, dass die Induction verstärkend oder abschwächend wirkt, je nachdem die Zahl der Stromunterbrechungen eine gerade oder ungerade war.

Als weitere Eigenthümlichkeit dieser Einrichtung führe ich an, dass wie die klar vor uns liegenden Beispiele zeigen, entstehen die motorischen, vegetativen (Sympathicus-) Fasern an nähernd in derselben Höhe aus dem Centralnervensystem, wie die anderen motorischen und sensiblen Fasern derselben Körpergegend (s. unten), die centripetalen Systeme hingegen, wenigstens der grösste Theil derselben wird durch den Vagus (der übrige Theil hingegen, wie ich es noch angeben werde, durch die Hinterstränge) in das verlängerte Mark geführt, wo die physiologische Forschung schon so wichtige Reflexcentren der Eingeweide- und Gefässinnervation nachgewiesen hat. Ein Reflex kann aber nur aus einer centripetalen Leitung entstehen, die centrifugalen Bahnen verlaufen dann Anfangs gewiss in den weissen Strängen des Rückenmarks, führen so vom Reflexcentrum zu den sympathischen Zellen der grauen Substanz und dann in den Grenzstrang. Das ist der Reflexkreis des vegetativen Le-

bens; die oberen Gehirntheile haben allerdings auch einen gewissen Einfluss auf dessen Function, doch ist dieser Einfluss ein indirechter, vom eigentlichen Willensorgan (Organ des bewussten, associirten Reflexes) unabhängig.

Zu diesem Vagussystem gehören auch jene Fasern, welche zu den Gefässen und Drüsen, vielleicht auch in anderen Organen, dunkelrandig verlaufen (welche Kölliker — meiner Meinung nach irrtümlich — für Dilatatorfasern betrachtet) und welche höchst wahrscheinlich im Centralnervensystem in den hinteren Rückenmarkssträngen zum verlängerten Mark ziehen.

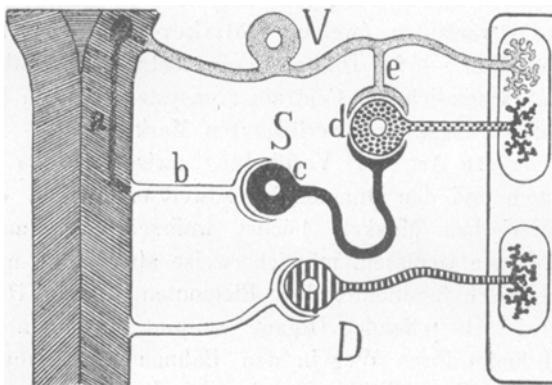
Eine dritte Art der Verbindung zwischen dem Centralnervensystem und den Organen ist, soweit ersichtlich, der Iris, dem Müller'schen Muskel, höchst wahrscheinlich auch den Drüsen und den Gefässen, möglicherweise aber allen motorisch oder secretorisch functionirenden Elementen eigen. Diese Innervation der betreffenden Organe stammt aus dem Rückenmark und findet ihren Weg in den Bahnen des Sympathicus, oft aus beträchtlicher Entfernung kommend; es ist kaum fraglich, dass sie unterwegs eine Unterbrechung durch Ganglienzellen erfährt, scheint aber wenig oder gar nicht reflectorisch beeinflussbar zu sein. Die Aufgabe dieses Systems ist, wie wir das an einigen beurtheilbaren Stellen sehen, einen antagonistisch wirkenden Tonus zu erhalten, dieses System enthält die Dilatatorfasern der Iris, der Gefässe. An diesen Stellen, doch wahrscheinlich überall, endet dieses System nicht in denselben Gewebelementen, wie die anderen sympathischen Fasern, sondern in den Antagonisten. Vielleicht existiren für alle Muskeln solche Tonusfasern (Dilatatorfasern der Antagonisten). Wir werden im Folgenden dieses System das Dilatatorsystem nennen.

Diese Eintheilung der sympathischen Elemente in zwei Kategorien, in das eigentliche Sympathicussystem und diesem Dilatatorsystem scheint nach den neuesten Untersuchungen auch anatomisch begründet zu sein. Dogiel (Anatom. Anzeiger. 1896. 22) hat nehmlich zweierlei Arten von sympathischen Zellen beschrieben, welche er zwar als motorische und sensible deutet, welche aber meiner Ansicht nach diesen zwei Systemen entsprechen, was ihre Localisation auch wahrscheinlich macht.

Die hier folgende schematische Zeichnung stellt die ange-

nommenen Verhältnisse des vegetativen Nervensystems dar, wobei die gewöhnlichen sensiblen Nerven, die zwar mit den vegetativen gemeinschaftlich verlaufen, jedoch nicht mit ihrer eigentlichen Function zusammenhängen — weggelassen wurden.

Figur 1.



Links das Centralnervensystem, in welchem a die centrale Reflexbahn darstellt, am oberen Ende ein centrales Reflexzentrum, b motorische Wurzel, c Centralganglienzelle, d Organganglienzelle, V Vagussystem, e Collateralfasern, D Dilatatorsystem, S Sympathicus-System.

III.

Betrachten wir nun zunächst die Innervationsverhältnisse einiger Organe, wodurch das oben angegebene Schema näher beleuchtet wird und ihre vielleicht zu willkürliche Annahme besser begründet erscheint, obzwar es heutzutage noch unmöglich ist, diese Zergliederung auf alle Organe auszuführen.

1. Iris. Man hat bisher einfach angenommen, dass die Iris reflectorisch durch den Oculomotorius, tonisch aber vom Sympathicus (Dilatator) versorgt wird, so dass man unter dem Einfluss des Sympathicus auf die Pupille nur diesen tonischen, dilatirenden versteht. Eigentlich steht aber die Sache anders: der vago-sympathische Reflexkreis wird durch den Opticus, durch das bekannte Reflexzentrum, ferner durch die betreffenden Fasern des Oculomotorius gebildet, diese Oculomotoriusfasern enden aber im Gangl. ciliare, von welchem dann die Remak'schen Fasern zum Sphincter iridis ziehen. Die Opticusfasern entsprechen also dem

Vagussystem, die Pupillarfasern des Oculomotorius sind der Ramus communicans alb. Ich habe in meiner Arbeit über die allgemeine Localisation der Reflexe den Pupillarreflex mit den Gefäßreflexen in die Gruppe der vasomotorischen Reflexe eingereiht und thatsächlich ist jetzt die Aehnlichkeit beider Reflexmechanismen evident. Der Hauptcharakter dieser Art Reflexe besteht in der tonischen Form derselben. Bei der Iris fehlt aber das Organ-ganglion und deswegen kommt es auch weder unterhalb, noch in ihrem Centralganglion (Gangl. ciliare) selbst zur Reflexübertragung, es besteht nur der cerebro-spinale Reflexbogen. Der ganze Verlauf des Pupillarreflexes bezeugt dieses Verhalten, man findet auch keine Analogie zu diesem Reflexe im cerebro-spinalen System, wo die Reflexreize eine mehr oder weniger kurz verlaufende Zuckung hervorrufen, nie aber einen anhaltenden Zustand der Erregung.

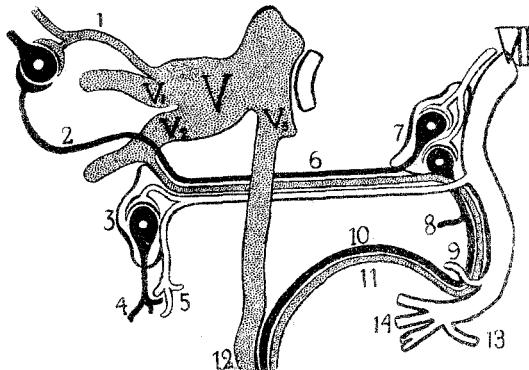
Jener Einfluss, welcher im Wege des Halssympathicus zur Pupille gelangt, ist der oben erwähnte Dilatatortonus, es ist bisher noch unbekannt in welchem Ganglion die aus der Grenze des Hals und Brustmarks entstammenden cerebro-spinalen Wurzeln transformirt werden. Braunstein¹⁾ glaubt, dass das oberste Halsganglion einen Einfluss auf diese Bahn hätte, doch sind die bisherigen Untersuchungen noch nicht entscheidend. Die übereinstimmende Angabe zahlreicher Forscher (Hensen und Völkers, Adamük, François-Franck, Jegorow, Nawrozki, Przybylski, Braunstein), die in dieser Frage experimentirt haben, lautet dahin, dass wenigstens bei Thieren der Weg dieser Sympathicusfasern nicht durch das Gangl. ciliare führt, sondern durch den ersten Ast des Trigeminus und die Nn. ciliar. long. zur Iris gelangen. Wir werden noch weiter unten Gelegenheit finden, einige Bemerkungen zur Irisinnervation vorzubringen.

2. Thränendrüse. Die Innervation der Thränendrüse kann als Prototyp der Drüseninnervation gelten. Wie bekannt, kommen in die Thränendrüse zwei Nerven und zwar vereinigt noch vor ihrem Eintritt in die Drüse: der N. orbitalis und der N. lacrymalis. Es galt früher der N. lacrymalis, vom 1. Zweig des Trigeminus, als der Erreger der Drüsensecretion, bis vor zwei Jahren W. Goldzieher im N. facialis den secernirenden Nerv

¹⁾ Braunstein, Zur Lehre von der Pupillenbewegung. Wiesbaden 1894.

erkannte und ich den Weg dieser Fasern auf Grund der anatomischen Verhältnisse und Krankenbeobachtungen construiren und nachweisen konnte (Revue neurologique. 1894). Jetzt kann ich die Einrichtung dieser Innervation folgendermaßen angeben: Dilatatorbahn noch unbekannt, wahrscheinlich durch die eintretenden sympathischen Fasern vertreten (die Versuche von M. Reich und Anderen geben den physiologischen Beweis für diese Verbindung); Vagussystem: N. lacrymalis (vom 1. Ast des Trigeminus); Sympathicus — Ramus communicans stammt vom N. facialis, oder wahrscheinlicher vom N. intermedius her, Centralganglion ist das Gangl. geniculi (dieses hängt, wie oben bemerkt, mit dem N. Wrisbergi zusammen), von da gelangen die schon sympathischen Fasern durch den N. petros. sup. major und Vidianus zu dem Gangl. nasale, wo sie wahrscheinlich einfach vorüberziehen, dann quer durch den 2. Ast des Trigeminus in den N. orbitalis und so zur Thränendrüse. Es scheint mir sehr wahrscheinlich, obzwar ich hierüber keine

Figur 2.



VII die Austrittsstelle des Facialis. V das Gangl. Gasseri. V_1 , V_2 , V_3 die drei Äste des Trigeminus. 1 N. lacrymalis. 2 N. orbitalis. 3 Gangl. nasale, aus welchem die Fasern für die Tonsillen 4 und für die Gaumenmuskeln 5 austreten. 6 N. petros. sup. major und N. Vidianus. 7 Gangl. geniculi. 8 Ramus communicans c. plexu tympani. 9 N. stapedius. 10 Chorda tympani Speichelsecretion. 11 Geschmackfasern der Chorda. 12 N. lingualis. 13 N. auric. post., 14 die Verästelung des Facialis. Die weiss gelassenen Linien bedeuten die motorischen cerebro-spinalen Fasern, die punktierten die sensiblen, die dunklen die sympathischen Elemente.

Daten in den anatomischen Werken finde, dass sich an der Vereinigungsstelle dieser beiden Nerven (N. orbitalis und lacrymalis) das Organganglion befindet, es wäre sonst diese Vereinigung eines motorischen und sensiblen Nerven kaum verständlich; um so mehr glaube ich dies annehmen zu müssen, da die eigentlichen, in die Drüse eintretenden Fäserchen aus diesem vereinigten Stamm entspringen. Die Vereinigung hätte in meiner Auffassung den Zweck, den Collateralzweigen des Vagussystems (s. das Schema oben) die Verbindung zu ermöglichen. Dass tatsächlich die secretorische Wurzel vom 7. Nerven herstammt und nicht in den oben beschriebenen Weg etwa durch den Ramus communicans cum plexu tympani des Facialistammes unterhalb des Gangl. geniculi eintritt, beweist ein Fall, welchen ich unlängst publicirte und auf welchen ich hier verweise¹⁾). Die Abbildung zeigt den Verlauf des N. facialis, so wie er auf Grund unserer heutigen Kenntnisse und meiner Annahmen construirt werden kann.

3. Speicheldrüsen. In den Submaxillar- und Sublingualdrüsen scheint der aus dem Plex. caroticus stammende Theil als Dilatatorsystem zu betrachten zu sein, während das Vagusystem durch den N. lingualis vom Trigeminus, der centrifugale Bogen aber — also das Sympathicussystem — durch den N. facialis (wahrscheinlich auch hier durch den N. intermedius, wie das die Untersuchungen von Sapolini auch beweisen), bezw. dessen Zweig der Chorda tympani als Ramus communicans gebildet wird, die Transformation geschieht (wenn nicht schon früher im Gangl. geniculi) im Gangl. linguale. Im Gangl. linguale kann auch die Collateralverbindung mit dem N. lingualis geschehen. — Die Innervationsverhältnisse der Parotis liegen nicht so klar zu Tage. Die Beteiligung des Glossopharyngeus kann nur als der centripetale Theil des vegetativen Reflexbogens betrachtet werden, da dieses Nervenpaar in Folge seiner Ursprungsverhältnisse nicht anders als centripetal wirkend gedeutet werden kann. Als Ganglion fungirt das Gangl. oticum, welches vielleicht aus dem motorischen Zweig des Trigeminus (N. auriculo-temporalis) den Ramus communicans erhält, es scheint dies um so wahrscheinlicher, als die

¹⁾ Orvosi Hetilap. 1894.

Kaumuskeln auch durch diesen Nerv versorgt sind, immerhin sind aber hier die Fasern verschiedenen Ursprungs so sehr verflochten, dass einstweilen noch nähere Daten zu erwarten wären. Das Gangl. oticum hängt auch mit directen sympathischen Fasern des Grenzstrangs zusammen, welche vielleicht den Charakter des Dilatatorsystems haben. Die Innervation dieser und anderer Drüsen wird aber dadurch wesentlich complicirt, dass die Function der Drüse und wahrscheinlich auch ihres Organ-ganglienapparates sehr vom Innervationszustande ihrer Gefässe abhängt, die Innervation dieser letzteren aber, wie ich darauf noch zurückkommen werde, eine andere Localisation hat.

4. Herz. Die Innervationsverhältnisse wurden schon oben besprochen. Das Dilatatorsystem ist hier noch unbekannt; die Acceleransfasern sind wahrscheinlich die Rami communicantes, welche zu den Ganglienzellen ziehen, vielleicht aber schon im Grenzstrang transformirt sind.

5. Atmung. Die Atmung, von den vegetativen Verrichtungen, die dem Willensorgan am meisten zugängliche Function besitzt nur den centripetalen, vegetativen Halbkreis, während der centrifugale durch cerebro-spinale Nerven versorgt wird. Die Reflexvermittlung geschieht im verlängerten Mark, peripherischen Reflexkreis giebt es hier nicht.

6. In der Innervation der Gefässe können das sympathische System und das Dilatatorsystem leicht verstanden werden, indem sympathische Elemente so die Vasoconstrictoren als die Vasodilatatoren innerviren. Derzeit ist es aber noch nicht gut möglich, das gegenseitige Verhältniss der Austrittsstellen der betreffenden Wurzeln am Rückenmark zu bestimmen. Als Vagussystem müssen wir jene markhaltigen Fasern deuten, welche Kölliker für Vasodilatatoren benannte. In Anbetracht dessen, dass die Dilatatorwirkung an glatten Muskeln erscheint und dass dieselbe anderswo (Iris) auch durch sympathische Elemente versehen wird, können wir dieser Annahme Kölliker's nicht beitreten. Die erwähnten, markhaltigen, den Vagus vertretenden Fasern steigen im Rückenmark in den Hintersträngen hinauf zum verlängerten Mark in die wichtigen Centren der Gefässinnervation (Nucl. fun. grac. et cuneati). Es steht ausser Zweifel, dass diese Centren durch cen-

trifugale Bahnen mit den sympathischen Elementen verbunden sind. Auf solche Weise muss das Wesen der Hinterstränge ganz anders aufgefasst werden wie bisher, doch nachdem ich dieses Thema später ausführlicher besprechen werde, will ich hier nur andeuten, dass die Function dieser Stränge mit dem Gefäss- und Muskeltonus, wenn auch indirect, zusammenhängt.

Was die übrigen Eingeweide und die Gefässer betrifft, so sind deren Innervationsverhältnisse allgemein bekannt, nur die Rollen wären anders, auf Grund des obigen Schemas zu vertheilen, was keiner weiteren Erörterung bedarf. In den Abdominalorganen scheinen die Bahnen mehr verflochten zu sein, so dass die einzelnen Systeme einstweilen weniger klar gesondert werden können.

IV.

Ich habe noch einige Bemerkungen zu den Innervationsfunctionen im sympathischen Nervensystem zu machen und in erster Reihe zu der Bedeutung des Dilatatorsystems. Wie wir bisher gesehen haben, erhalten die Kopfeingeweide (Auge, Drüsen u. s. w.) blos ihre Dilatatorbahnen aus dem Halstheil des Grenzstranges, während sie die übrigen vegetativen Nerven von den Kopfnerven, direct und indirect, beziehen. Das ist die Ursache, weshalb die Lähmungserscheinungen nach Verletzung des Halstheiles des Sympathicus so gering ausfallen. Nur die Schweiß- und Gefässinnervation des Kopfes scheint grösstentheils aus dem Halssympathicus zu stammen, die Gefässer büssen ihren centralen Reflexkreis durch eine Läsion des Halstheiles ein. Thierversuche und die schönen Untersuchungen Nicati's¹⁾ am Menschen bezeugen dies. Die Function der Dilatatorbahnen liegt klar zu Tage an der Pupille und an den Gefässen — hier zu rechnen wäre noch die Innervation des Müller'schen Muskels —, nicht so leicht verständlich hingegen ist die Rolle dieses Systems in den Drüsen. Die Reizung dieser Bahnen verursacht in den Speicheldrüsen die Absonderung eines spärlichen, dicken Speichels — kann man das als eine Art erhöhten Drüsentonus auffassen? Die Analogie der anatomischen Nervenversorgung lässt die Möglichkeit einer solchen Annahme

¹⁾ La paralysie du nerf sympathique cervical. Lausanne 1873.

zu, freilich fehlt uns derzeit noch der nöthige Einblick in die Mechanik der Drüsenfunction, um eine solche Annahme näher begründen zu können, es spielt auch eine wesentliche Rolle die gleichzeitige Verengerung der Gefäße bei Reizung des Hals-grenzstranges, hiedurch wird der Reizeffekt bedeutend modifizirt, ja sogar es erscheint mir fast als das Wahrscheinlichste die Annahme, dass die Erscheinungen in den Drüsen bei Reizung des Halssympathicus allein von der Aenderung in der Blut-circulation herrühren. Es könnte sich kaum mit meiner Hypothese vereinigen lassen, wenn sich die Angabe von Gärtner¹⁾, dass die Vasodilatatoren des Ischiadicus beim Hunde durch die hinteren Rückenmarkswurzeln austreten, für die Vasodilatatoren — oder das Dilatatorsystem überhaupt — im Allgemeinen bestätigen würde. Nach Nawrocki, Przybylski und Braunschtein (a. a. O.) verlassen aber die Pupillendilatatoren durch die vorderen Wurzeln das Rückenmark; es scheint mir auch wahrscheinlicher zu sein, dass die von Gärtner als Vasodilatatoren gedeuteten Nervenbahnen das Vagussystem der Gefäss- innervation bilden. In den Experimenten können diese Fasern sich ähnlich den Vagusfasern verhalten, also Erscheinungen darbieten, welche im ersten Augenblick als motorische aufgefasst werden.

Für die Beurtheilung der Localisation gewisser Störungen im vegetativen Nervensystem wäre es von besonderer Wichtigkeit, die Central- und Organganglien — auch abgesehen von den betreffenden Centren innerhalb des Centralnervensystems — für die einzelnen Organe zu kennen. Denn gewiss muss ein bedeutender Unterschied in den resultirenden Erscheinungen sein, je nachdem die Läsion vor oder nach dem Ganglion sitzt. Wenn wir die analogen Erscheinungen im Centralnervensystem betrachten, so ergeben sich für die motorischen Bahnen folgende zwei Möglichkeiten: erstens wenn die Läsionsstelle peripherisch von der motorischen Ganglienzelle liegt, folgt Atrophie, Paralyse und Verlust der Reflexe (absolute Lähmung) der betreffenden Organe, zweitens aber, wenn der pathologische Heerd oberhalb der Zellen (d. h. in ihren Pyramidenbahnen) sich befindet, dann bleibt die Ernährung trotz der Paralyse normal und es bildet

¹⁾ Wiener klin. Wochenschr. 1889. No. 51.

sich früher oder später, doch immer allmählich eine Contractur, eine Art fortdauernder Erhöhung des Tonus mit verstärkten, primären Reflexen aus (Lähmung mit Contractur). Nun glaube ich, dass man diese Thatsachen auch auf die vegetativen Nerven-elemente übertragen könnte, ja die pathologischen Beobachtungen zwingen dazu. Während nehmlich die meisten Symptome in allen Fällen von Lähmung des Halssympathicus in gleicher Weise vorhanden sind, erscheinen zwei: die Weite der Gefässse und die Schweißabsonderung an der betreffenden Kopfhälfte bald vermehrt, bald vermindert. Nicati glaubte ein solches Verhalten durch consecutiv eintretende Veränderungen erklären zu können und nahm deshalb drei Perioden an, doch sah niemand diese Perioden bei ein und demselben Patienten und die weitere Beobachtung lehrte auch, dass diese Störung, so wie sie eintritt, auch fernerhin stabil bleibt, höchstens insfern eine Aenderung aufweist, als ihre erste Ausbildung — besonders jene der vermehrten Function — gewöhnlich erst später und allmählich einzutreten pflegt. Bei der Erklärung dieses auffallend verschiedenen Verhaltens muss man in erster Reihe der höchst wahrscheinlich auch für die Schweißdrüsen gültigen dreifachen Innervation gedenken (hat ja doch Adamkiewicz dunkelrandige und Remak'sche Fasern in den Schweißnerven beobachtet) und prüfen inwiefern die Lähmung eines Theiles derselben die Function der übrigbleibenden beeinflusst. Um diese Frage zu beantworten, müssen wir Analogien suchen, Stellen, wo die Verhältnisse klarer vor uns liegen. Am Herzen, in der Atmung nach Vagusverletzung, ferner an der Pupille nach Opticusatrophie haben wir Beispiele der Unterbrechung des centripetalen Theiles des vegetativen Reflexkreises. Die Pupille verliert ihre Reflexreaction und nimmt hiebei eine Grösse an, die der absoluten Dunkelheit ungefähr entspricht, kann aber durch Atropin noch erweitert werden, es besteht also keine Lähmung der Ganglienfasern, es fehlt nur der Refleximpuls, es kommt auch nie zu einer secundären Contractur. Die oben besprochenen Erscheinungen am Herzen und in der Atmung zeigen auch ähnliche Verhältnisse, nur sind die consecutiven Störungen so gross, dass eine längere Beobachtung nicht möglich wird. — Den Ausfall des Dilatatorsystems können wir bei

der Lähmung des Halstheils des Sympathicus an einigen Organen am Kopfe studiren, hier auch in erster Reihe an der Pupille, dann am Müller'schen Muskel an der Thränen- und Speicheldrüse. Die Pupille wird bei einer Dilatatorlähmung eng, bleibt eng für immer, dabei ist ihre Reflexthätigkeit nur insofern etwas alterirt, als sie wegen der Enge der Pupille weniger ausgiebig sein kann schon in Folge des verminderten Lichteinfalls. In der Secretion der Thränen- und Speicheldrüsen wurde in keinem Fall Störung oder Aenderung beobachtet. Es ist kaum glaublich, dass in der Function dieser Organe thatsächlich keine Aenderungen eintreten würden, da der Einfluss dieser Nerven durch physiologische Versuche festgestellt ist — doch ist diese Veränderung bisher unerkannt geblieben. Die bleibende Pupillenenge könnte zwar einen contracturartigen Zustand des Sphincter vortäuschen, doch spricht das negative Verhalten der Drüsen gegen diese Annahme. Ich könnte aber in dieser Hinsicht ein weit schwerer wiegendes Argument anführen, doch würde dies eine längere Auseinandersetzung benötigen, eine demnächst zu veröffentlichte Arbeit über den Muskeltonus wird das nachholen. Aus all' diesem folgt, dass weder bei der Lähmung des Dilatatorsystems, noch bei der Unwegsamkeit des centripetalen Theiles eine ächte, contracturartige Erscheinung sich ausbilden kann. Es bleibt also nichts anderes übrig, als die Möglichkeit der Contracturerzeugung für die centrifugale (cerebro-spinale) Bahn des vegetativen Reflexkreises zuzugeben, was auch vollkommen mit den festgestellten Thatsachen im cerebro-spinalen Nervensystem harmonirt. Die Erscheinung des dauernd erhöhten Tonus kann ein Erregungs- oder Lähmungssymptom sein, im ersteren Falle ist es mehr wechselnd, tritt mitunter anfallsweise ein. Ich sah z. B. unlängst einen Krankheitsfall bei einem 36jährigen Arbeiter, wo neben halbseitiger Hyperhidrose des Gesichts die Reizerscheinungen des Dilatatorsystems: weitere Pupille, Augenlidspalte, ferner öfters erhöhte Temperatur der betroffenen Seite Jahre hindurch bestanden¹⁾), doch sind Fälle in der Literatur ver-

¹⁾ Patient ist ein stark gebauter Tischler, welcher keine ätiologische Momente für sein jetziges Leiden aufweist. Seit 5 Jahren verspürt er in seinem linken Arm Zuckungen, welche ihn aber in der Arbeit nicht

zeichnet, in welchen neben ausgesprochenen Lähmungssymptomen Hyperhidrose bestand. Die Frage der Hyperhidrose ist jedoch im Allgemeinen noch so unklar (vergl. die Fälle von Anhidrose bei Facialislähmung [Strauss und Bloch, dies wurde aber durch andere Forscher nie beobachtet, ich habe auch umsonst in dieser Hinsicht Versuche in zahlreichen Fällen von verschiedenen localisirter Facialislähmung gemacht], ferner den Fall von Hyperhidrose bei centraler Facialislähmung von Pandi), dass in dieser Frage fernere Beobachtungen aushelfen müssen. Immerhin glaube ich aus der vorliegenden spärlichen Literatur entnehmen zu können, dass die meisten Fälle von Hyperhidrose des Gesichts bei gröberen anatomischen Läsionen des Rückenmarks sich zeigten, ferner bei den am Hals tiefer unten liegenden Erkrankungen, während bei höher am Halse oben sitzender Läsion Anhidrose vorherrschte; man könnte also bis auf Weiteres annehmen, dass das sympathische Ganglion des vegetativen Reflexkreises der Schweißdrüsen im mittleren oder oberen Halsganglion sich befindet und dass nach Trennung des cerebro-spinalen Theiles dieser Bahn gleichzeitig mit der secundären Degeneration (ich sage nicht in Folge) die Hyperhidrose sich entwickelt, unter der Gegenwirkung des Dilatatorsystems. Bis-her hat man nicht recht verstanden, warum bei der Läsion des Halstheils, so wenig pathologische Veränderungen eintreten und wieso Sympathicuslähmung mit Hyperhidrose sich vergesellschaften kann. Meine Erklärung gipfelt nun darin, dass in diesen Fällen die meisten Symptome blos der Dilatatorlähmung entsprechen, und nur für die Gefäße und Schweißdrüsen ist der cerebro-spinale motorische Bahnabschnitt degenerirt (weil diese Bahn mit den Dilatatorbahnen zusammen verläuft), was analog den Verhältnissen im Centralnervensystem Lähmung mit Contractur verursacht.

Die Gefässinnervation am Gesichte zeigt insofern eine Aenderung bei Halssympathicusläsionen, dass die lädierte Seite viel weniger durch äussere Temperaturänderungen beeinflusst wird,

hindern. Seit 4 Jahren profuses Schwitzen der linken Gesichtshälfte, was auf der linken Seite des Halses auch bemerkbar ist. Eine Zeit lang hatte er auch Anfälle von Fieber bis $38,5^{\circ}$ C., ohne dass irgend welche Ursache dafür gefunden werden konnte.

als die gesunde. Es fehlt also der den ganzen Organismus schützende Reflexeinfluss, folglich muss auch hier eine Unterbrechung des Reflexkreises angenommen werden. Die Weite der Gefässse ist aber in den einzelnen Fällen verschieden, was theils von einem ähnlichen contracturartigen Zustand herrühren mag, theils aber von der grösseren oder kleineren Individualität des Organganglienapparates abhängen kann, da die Gefässse ihre Organganglien unter solchen Umständen nicht verlieren, so kann es auch (wenigstens für grössere Strecken) zu einer absoluten Lähmung nicht kommen. Die Individualität dieser Organganglien besteht grösstenteils in der mehr oder weniger guten Ausbildung und Erhaltensein ihres Collateralreflexkreises. Je besser dieser functionirt, um so besser kann die Störung im cerebro-spinalen Reflexkreise compensirt werden. Doch hat die Ganglienzelle auch ohne diese Reflexverbindung, wie eine jede motorische Ganglienzelle überhaupt, einen gleichförmigen, reflektorisch aber nicht modifizirbaren Einfluss auf sein Territorium.

Diese Verhältnisse sind ähnlich dem Verhalten der Pupille, wo die Verbindung des Gangl. ciliare mit der Iris selbst bei Oculomotoriuslähmungen gewöhnlich intact bleibt, was man bisher vernachlässigt hat, und doch können wir in dieser Einrichtung die Erklärung für manche bekannte und bisher nicht richtig erkannte Erscheinungen finden. Bei der Lähmung des Hals-sympathicus nehmlich, also der Dilatatorbahnen wird zwar die Pupille enger, doch bleibt die Reactionsfähigkeit ihres Reflexkreises erhalten, und das Gangl. ciliare wird, wenngleich bei einem anderen Caliber, doch entsprechend der Beleuchtung des Auges die Weite der Pupille bestimmen. In dieser Selbständigkeit dieses Reflexkreises liegt die Ursache, weshalb bei der Dilatatorlähmung die Pupille nicht maximale Myosis zeigt. Desgleichen muss auch nicht maximale Mydriasis erfolgen bei Oculomotoriuslähmung, da ein gewisser Tonus des Gangl. ciliare weiterhin besteht. Auf diesem Standpunkte ist es auch nicht nothwendig, dass man bei der Atropin- und ähnlichen Giftwirkungen (wie Leeser und die meisten Forscher) neben einer Lähmung der fälschlich als Oculomotoriuszweige genannten kurzen Ciliarervenen Reizung der langen (sympathischen) Ciliarervenen annehme. Jene Erscheinung, dass die Mydriasis bei Atropin-

einräufelung grösser wird, wie bei der Oculomotoriuslähmung ist auf Grund der obigen Annahme gut erklärt, da dieses Alkaloid die Endzweige der Ganglienfasern lähmt, während bei Oculomotoriuslähmungen das Ganglion mit seinen peripherischen Fasern intact bleibt. Die Versuchsresultate mit diesen medicamentösen Stoffen bei Dilatatorlähmung (Ogle, Nicati, Moebius) sind noch widersprechend unter einander und können folglich nicht verworhet werden.

Endlich will ich noch erwähnen, dass ich die hier gebrauchten Bezeichnungen nicht endgültig festhalten will, sondern anstatt sympathisches System: die centrifugalen Nerven der Eingeweide, anstatt Vagussystem: die centripetalen Fasern der Eingeweide und anstatt des Dilatatorsystems: Tonusbahn gebrauchen möchte.

Es liesse sich noch sehr vieles zusammentragen, um Beweise zur Richtigkeit der vorgetragenen Hypothese zu gewinnen. Doch scheint es mir, dass man mehr auf einfache, beurtheilbare Faktoren eine Hypothese bauen soll und nicht, wie man es bisher meistens that, für eine jede Erscheinung eine am nächsten scheinende Erklärung kurzweg abgebe, und auf diese specielle Hypothesen eine allgemeine basire. Wenn man sieht, wie leicht, ja leichtsinnig ein Hemmungszentrum her, ein Erregungszentrum hin verlegt wird, ja selbst auf Stellen, wo überhaupt keine Ganglienzellen sind: so wird man abgehalten, Alles erklären zu wollen, es würde dies eine zu leichte, aber auch gar nicht lohnende Aufgabe sein. Anatomische und physiologische Analogien, also die vergleichende Methode, scheint mir hier ein verlässlicher Führer als manche vieldeutige Experimente zu sein.