Functionelle Verschiedenheiten der Nerven.

Es tritt die Frage an uns heran, was für verschiedene Arten von Nerven es gibt und wie sich dieselben von einander unterscheiden. Es muss schon bei oberflächlicher Betrachtung auffallen, dass zwei sehr wesentlich verschiedene Thätigkeiten existiren, die eine, bei der Eindrücke von aussen aufgenommen werden, die uns Empfindungen verursachen, und die andere, bei der Erregungen vom Centralorgane zu den Muskeln hingehen, durch die letztere zur Contraction bestimmt, durch die Bewegungen ausgelöst werden. Erst durch die fast gleichzeitigen Bemühungen von Charles Bell und Magendie hat man die eine Art der Nerven, die Bewegungsnerven, von der andern Art, den Empfindungsnerven, unterscheiden gelernt. Bell fand nämlich zuerst auf dem Wege der Beobachtung und Induction, dass diejenigen Hirnnerven, welche vorderen Rückenmarkswurzeln entsprechen, indem sie wie diese ohne ein Wurzelganglion entspringen und aus Theilen hervorgehen, welche als Fortsetzung der vorderen grauen Substanz des Rückenmarks erscheinen, motorische Nerven sind; dass dagegen diejenigen Hirnnerven, die mit einem Wurzelganglion entspringen und sich analog den hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven verhalten, sensible Nerven sind, und er schloss deshalb, dass die vorderen Rückenmarkswurzeln motorische und die hinteren Rückenmarkswurzeln sensible Wurzeln der Nerven seien. In der Hauptsache zu demselben Resultate gelangte Magendie auf dem Wege des directen Versuches. Aber auch Johannes Müller hat noch wesentlich mit zur Begründung und Befestigung des Bell'schen Gesetzes beigetragen, indem er die Versuche, die Magendie an Säugethieren angestellt hatte, zuerst an Fröschen anstellte, wo sie ein viel klareres und unzweifelhafteres Resultat ergaben als bei den Säugethieren. J. Müller durchschneidet auf einer Seite die sämmtlichen hinteren Wurzeln derjenigen Rückenmarksnerven, welche zu den unteren Extremitäten des Frosches gehen. Dann ist die betroffene Extremität vollkommen empfindungslos. Sobald aber das Thier sich ein wenig erholt hat, bewegt es diese Extremität wieder ebenso wie die andern. Er durchschneidet nun auf der andern Seite von den sämmtlichen Nerven, die zur hinteren Extremität gehen, die vorderen Wurzeln und lässt die hinteren unversehrt. Dann ist dieses Bein vollständig gelähmt, aber es hat noch seine Empfindung. Wenn man einen solchen Frosch an dem Beine kneipt, welchem die vorderen Wurzeln durchschnitten sind, so kann er dieses Bein nicht wegziehen, weil es gelähmt ist; aber er sucht mit den drei anderen Extremitäten zu entfliehen. Wenn man dagegen an dem andern Beine kneipt, dem die hinteren Wurzeln durchschnitten sind, so empfindet er hievon durchaus nichts, ja man kann ihm mit der Scheere stückweise von den Zehen angefangen diese Extremität abschneiden; wenn man nicht das ganze Thier dabei erschüttert, so empfindet es nichts davon und bleibt ganz ruhig sitzen.

Hiemit stimmen auch die Reizversuche vollkommen überein, indem J. Müller fand, dass, wenn er die centralen Stümpfe der durchschnittenen hinteren Wurzeln reizte, er dann lebhafte Schmerzensäusserungen von Seite der Thiere bekam, dass er dagegen, wenn er die centralen Enden der durchschnittenen vorderen Wurzeln reizte, keine Schmerzempfindung erhielt. Reizte er den peripherischen Stumpf der durchschnittenen vorderen

Wurzeln, bekam er Zuckungen in den betreffenden Muskeln, reizte er aber die peripherischen Stümpfe der durchschnittenen hinteren Wurzeln, bekam er keinerlei Zuckung.

Nicht so einfach und auf den ersten Anblick verständlich waren die Resultate, welche Magendie an Säugethieren erhalten hatte. Es muss zunächst bemerkt werden, dass, so einfach diese ganze Operation und diese Versuche an Fröschen sind, sie keineswegs so einfach und leicht an Säugethieren auszuführen sind. Es ist hier eine viel schwierigere Operation, das Rückenmark blosszulegen. Man hat mit der Blutung und der Erschöpfung des Thieres zu thun. Endlich verlaufen die Nervenwurzeln der Säugethiere nur eine verhältnissmässig kurze Strecke im Wirbelcanal, weil sie weniger schräg gegen die Richtung des Rückenmarks abtreten. Bei den Fröschen aber verlaufen sie in einer längeren Strecke zu beiden Seiten des Rückenmarks nach abwärts, so dass man sie hier an jedem Orte dieser Strecke durchschneiden und an den durchschnittenen Wurzeln experimentiren kann. Magendie fand nun, dass, wenn er bei Säugethieren die hinteren Wurzeln reizte, er dann allerdings Schmerzensäusserungen bekam; er fand aber auch, dass er Schmerzensempfindungen bekam, wenn er die vordere Wurzel reizte, und es fragt sich deshalb, woher diese Empfindlichkeit der vorderen Wurzel kommt. Hierüber haben in späterer Zeit namentlich Longet und Bernard gearbeitet. Dieser fand, dass erstens die unversehrten vorderen Wurzeln sich empfindlich erweisen, so lange die hinteren Wurzeln noch erhalten sind. Wenn man eben eine solche vordere Wurzel durchschneidet und dann den centralen Stumpf derselben reizt, so bekommt man dadurch keine Empfindung; diese tritt aber auf, wenn man das peripherische Stück der durchschnittenen vorderen Wurzel reizt. Hat man vorher die dazu gehörige hintere Wurzel durchschnitten, so bekommt man weder von der intacten vorderen Wurzel, noch von dem peripherischen Stumpfe, noch vom centralen Stumpfe der durchschnittenen vorderen Wurzel eine Empfindung. Alle diese Erscheinungen, so complicirt sie auf den ersten Anblick scheinen, erklären sich durch eine sehr einfache Annahme. Man nimmt nämlich an, dass Fasern, die aus den sensiblen Wurzeln stammen, nachdem sie in diesen fortgelaufen sind bis zur Vereinigung mit den motorischen Wurzeln, im Nervenstamme umbiegen und in der motorischen Wurzel wieder zurücklaufen. Unter dieser Annahme habe ich erstens Empfindlichkeit der vorderen Wurzel, so lange die hintere existirt. Dieselbe hört aber begreiflicherweise auf, wenn ich die hintere Wurzel durchschneide, weil dann die betreffenden Fasern nicht mehr mit dem Centralorgane in Verbindung stehen. Wenn ich die hintere Wurzel erhalte, dagegen die vordere durchschneide, so kann ich keine Empfindung mehr bekommen vom centralen Stumpfe der vorderen Wurzel, weil ich hier nur sensible Nervenfasern reize, die bereits zwischen der Reizungsstelle und dem Centralorgane durchschnitten sind. Wenn ich aber den peripherischen Stumpf der durchschnittenen vorderen Wurzel reize, so reize ich sensible Nervenfasern, die noch durch die hintere Wurzel mit dem Centralorgane in Verbindung stehen. Diese Empfindlichkeit des peripherischen Stumpfes muss aber aufhören, wenn ich die hintere Wurzel durchschneide, was auch in der That der Fall ist. Diese Art der Sensibilität bezeichnet man mit dem Namen der recurrirenden Sensibilität. Es ist klar, dass die recurrirende

Sensibilität durchaus nichts gegen die Allgemeingiltigkeit des Bell'schen Gesetzes beweist.

Es stellt sich weiter die Frage: wie soll man denn das Bell'sche Gesetz verstehen? Soll man sich denken, dass es zwei verschiedene Arten von Nerven gibt, die in ihrer Substanz, in ihrem Wesen so verschieden sind, dass die einen nur im Stande sind Impulse vom Centrum nach der Peripherie zu leiten, das würden die Fasern der vorderen Wurzeln sein, und eine andere Art, die nur im Stande ist Impulse von der Peripherie nach dem Centrum zu leiten, das würden die Fasern der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven sein. Oder soll man sich denken, dass an und für sich jede Nervenfaser Impulse sowohl nach abwärts als nach aufwärts leiten könne, dass aber für die eine Art von Nervenfasern die Impulse immer vom Centrum herkommen, und für die andere Art von Nervenfasern die Impulse immer von der Peripherie herkommen? Man sieht leicht ein, dass dann die einen Fasern nur motorische Wirkungen ausüben können, obwohl sie doppelsinnig leiten, wenn sie nämlich an ihrem peripherischen Ende in Verbindung stehen mit Muskeln und an ihrem centralen Ende mit Ganglienkugeln, von welchen aus die Willensimpulse gehen, die die Muskeln in Zusammenziehung versetzen; während die anderen Nerven, die aus den hinteren Wurzeln entspringen, an und für sich möglicherweise auch doppelsinnig leiten können, aber begreiflicherweise deshalb keine Bewegung hervorbringen, weil sie an ihren peripherischen Enden nicht mit Muskeln, sondern mit empfindenden Theilen in Verbindung stehen, während umgekehrt ihre centralen Enden mit Nervenzellen in Verbindung stehen, welche uns eben diese Eindrücke als solche zum Bewusstsein bringen. In der That neigt man sich in neuerer Zeit dieser letzteren Vorstellung zu, nämlich der, dass an und für sich die Nerven insofern gleichwerthig seien, als beide Arten sowohl von der Peripherie nach dem Centrum als von dem Centrum nach der Peripherie leiten können, dass ihre functionelle Verschiedenheit nicht sowohl von ihrer eigenen Natur abhängt, als vielmehr von den Gebilden, mit denen sie einerseits im Centralorgan und andererseits an der Peripherie in Verbindung stehen. Es sind dafür verschiedene wichtige Gründe aufgebracht worden.

Erstens hat du Bois nachgewiesen, dass der Eloctrotonus und die negative Stromschwankung sich in jeder Art von Nerven ganz gleich nach aufwärts und nach abwärts fortpflanzen. Wenn man irgendwo durch einen Nerven einen Stromstoss durchleitet, so bekommt man jedesmal eine negative Schwankung, die sich mit gleichmässiger Geschwindigkeit nach beiden Seiten des Nerven hin fortsetzt. Aus den Versuchen von Bernstein geht, wie wir gesehen haben, hervor, dass die negative Schwankung mit gleicher Geschwindigkeit fortgesetzt wird wie die Nervenerregung. Man kann also kaum zweifeln, dass die Welle der negativen Stromschwankung auf demselben inneren Vorgange beruht mit der Reizwelle, die über die Nervenfaser abläuft, und es wird eben dadurch sehr wahrscheinlich, dass nach beiden Seiten hin die Reizwelle gleichmässig ablaufen kann.

Ferner hat Kühne einen Versuch, der für die doppelsinnige Leitung der Nerven in Anspruch genommen wird, angestellt. Kühne hängt den M. Sartorius vom Frosche frei auf. Im Sartorius des Frosches reichen die Nerven beiderseits nicht ganz bis zum Ende, namentlich an der einen

Seite befindet sich ein bedeutendes Stück nervenfreier Muskelsubstanz. Nun spaltet er den Sartorius durch dieses nervenfreie Stück bis hinauf in die nervenhaltige Substanz. Dann schneidet er mit einer Scheere den einen der so gebildeten Lappen stückweise ab. So lange er in der nervenfreien Substanz sich befindet, zuckt immer nur die Seite des Muskels, an welcher er schneidet. Wenn er aber über eine gewisse Grenze hinauskommt, und zwar in die nervenhaltige Substanz, so zuckt plötzlich bei einem Schnitte die zweite Seite des Muskels mit, ja der ganze andere Lappen verkürzt sich mit. Kühne erklärt diesen Versuch folgendermassen: Die Nerverfasern im Sartorius verzweigen sich vielfach dichotomisch. Nun kann es nicht fehlen, dass von einer solchen dichotomischen Theilung das eine oder das andere Mal ein Ast in den einen Lappen, der andere in den zweiten hineingeht. Wenn man so weit schneidet, dass der eine Ast einer solchen Nervenfaser angeschnitten wird, so reizt man ihn und dadurch wird der andere Ast, welcher in den andern Lappen geht, mitgereizt, und dieser andere Lappen mit in Zusammenziehung versetzt. Man sieht leicht ein, dass bei dieser Erklärung vorausgesetzt werden muss, dass in dem ersten Aste eine Leitung in umgekehrter Richtung, eine Leitung nach aufwärts in einer motorischen Nervenfaser stattfinde.

Endlich hat Babuchin für die doppelsinnige Leitung in den Nerven des elektrischen Organs der Zitterfische einen entscheidenden Versuch gemacht, indem es ihm beim Zitterwels, bei dem das Organ jeder Körperhälfte durch eine einzige sich vielfach theilende Nervenfaser von ungemeiner Dicke versorgt wird, gelang, in dieser Faser sich Reize in der der natürlichen entgegengesetzten Richtung, also centripetal, fortpflanzen zu lassen.

Wir haben bis jetzt nur von sensiblen und motorischen Nerven gesprochen. Es ist aber klar, dass vom Centrum nach der Peripherie auch andere Impulse fortgeleitet werden können, als solche, die eine Bewegung erzeugen. Es können zunächst Impulse fortgeleitet werden in Nerven, welche sich in Drüsen verzweigen, so dass das Anlangen dieser Impulse die letzteren zur secretorischen Thätigkeit anregt. Solche Nerven nennen wir Absonderungsnerven. Dann können bei den elektrischen Fischen Impulse fortgepflanzt werden in Nerven, welche zum elektrischen Organe gehen, Impulse, die, wenn sie eintreffen, die molekulare Anordnung dieses Organs so verändern, dass sie dasselbe plötzlich in eine kräftig wirkende Batterie verwandeln. Solche Nerven nennen wir elektrische Nerven; nicht, weil sie selbst elektrisch sind, sondern weil sie Impulse fortleiten zu den elektrischen Organen, oder vielmehr, weil sie diese Organe in Wirksamkeit versetzen. Wir unterscheiden endlich noch Hemmungsnerven. Diese sind solche, in deren Bahnen Impulse fortgeleitet werden, vermöge welcher eine Bewegung, die sonst eingetreten wäre, gehindert wird. Man hat diese Art von Nerven zuerst durch Eduard Weber kennen gelernt, der in den Bahnen des Vagus Fasern verlaufend fand, die zum Herzen gehen, und wenn sie erregt werden, nicht das Herz stärker schlagen, sondern in der Diastole still stehen machen und also die Contraction des Herzens verhindern.

Ausser diesen fünf Arten von Nerven hat man noch trophische Nerven unterschieden, d. h. Nerven, welche Impulse vom Centrum zur Peripherie bringen, vermöge welcher die Ernährung in den betreffenden Gebilden in regelmässigem Gange erhalten werden soll. Man hat nach der

Durchschneidung von Nerven Entzündungen, Geschwürsbildungen, Gangrän eintreten gesehen und diese Entzündungen mit dem Namen der neuroparalytischen Entzündungen belegt. Man hat ferner gewisse Hautausschläge genau dem Verbreitungsbezirke gewisser Nerven folgen gesehen und in einzelnen Fällen sogar die Erkrankung der Haut mit Verletzungen oder Erkrankungen an bestimmten Nerven in Zusammenhang bringen können. Endlich hat Lewaschew, der im Laboratorium von Botkin arbeitete, auch trophische Veränderungen an Hunden hervorgebracht durch andauernde Reizung von Nerven. Letztere bewirkte er dadurch, dass er mehrmals hintereinander Fäden einnähete, die in schwacher Schwefelsäure- oder in Kochsalzlösung getränkt waren. Alle diese Thatsachen haben dazu Veranlassung gegeben, eine eigene Art von Nerven, die sogenannten trophischen Nerven anzunehmen.

Von den Thatsachen, die hier erwähnt worden sind, subtrahirt sich freilich zunächst eine Reihe. Von manchen Erscheinungen, welche man als sogenannte neuroparalytische Entzündungen betrachtet hat, hat es sich später herausgestellt, dass sie nicht herrühren von der Durchschneidung der Nerven als solcher, von der Durchschneidung trophischer Nerven, die zu den Theilen hingingen, sondern vielmehr davon, dass die Theile unempfindlich waren, dass von den betreffenden Stellen keine Reflexe mehr ausgelöst wurden, dass deshalb die Theile Insulten und Schädlichkeiten ausgesetzt waren, die sie früher nicht zu erleiden hatten, und dass diese Insulte, nicht etwa die Durchschneidung des Nervenstammes als solche, die directe Ursache der Entzündung waren. Aber selbst wenn man diese Thatsachen abzieht, so bleiben noch Erscheinungen übrig, welche allerdings Veranlassung zu der Annahme von trophischen Nerven geben können. Ich glaube jedoch, dass man sich bei der Annahme in diesem unbestimmten Sinne nicht beruhigen darf, dass man suchen muss näher zu erörtern, welche Wirkungen man etwa von diesen trophischen Nerven erwarten könne. Man muss bedenken, dass die Bewegungsnerven nicht blos zu den willkürlichen Muskeln gehen, sondern auch zu den unwillkürlichen, also auch zu den Muskeln der Blutgefässe, und dass deshalb Blutgefässe und Circulation nach der Durchschneidung der Nerven sich anders verhalten als früher. Wahrscheinlich von noch grösserer Bedeutung für unseren Gegenstand ist ein anderer Punkt. Wir haben gesehen, dass beim Chamäleon die Pigmentzellen in der Haut unter dem Einflusse von motorischen Nerven stehen, wir haben dasselbe bei den Fröschen beobachtet. Bei letzteren hat Ehrmann auch die Nerven direct in die Pigmentzellen eintreten sehen, wie Leydig dies bereits früher an mehreren Reptilien beschrieben hatte, welche einen mehr oder weniger deutlichen Farbenwechsel zeigen. Kühne gibt ferner an, dass Zellen in der Hornhaut, die man mit dem Namen der Hornhautkörperchen bezeichnet, in ganz analoger Weise von den Hornhautnerven in der Art erregt werden können, dass sie ihre Fortsätze einziehen. Man muss sich sagen, dass es wahrscheinlich nur an der besseren Gelegenheit zur Beobachtung liegt, dass diese Abhängigkeit von in den Geweben verbreiteten Zellen vom Nervensysteme nur bei Pigmentzellen und bei den Zellen der durchsichtigen Hornhaut beobachtet worden ist. Man darf voraussetzen, dass es im Körper noch eine grosse Menge von anderen Zellen gibt, die ganz ähnlich unter dem Imperium des Nervensystems stehen, wie dies bei den Pigmentzellen der Frösche

und Chamäleonen und vieler anderer Thiere der Fall ist. Wenn man aber denkt, dass diesen Zellen ihre Nervenfasern durchschnitten oder andauernd gereizt werden, so kann man erwarten, dass dadurch auch Veränderungen, Abweichungen von der Norm entstehen, welche wir mit dem Namen der trophischen Störungen bezeichnen, und welche man bisher ohne nähere Bezeichnung auf die Lähmung oder Reizung der sogenannten trophischen Nerven zurückgeführt hat. In der That haben Landowsky, Maddox und Calberla Verbindungen von Nervenfasern mit sogenannten Bindegewebskörperchen beschrieben, und in neuerer Zeit hat E. F. Hoffmann hier im Laboratorium gleichfalls solche aufgefunden. Wir sehen ferner, dass die Absonderungsnerven der Drüsen, wenn sie erregt werden, die chemischen Vorgänge im Organe und den Zufluss von Flüssigkeit wesentlich verändern. Es ist also keineswegs unmöglich, dass auch zu anderen Organen Nerven gehen, welche einen wesentlichen Einfluss auf die chemischen Vorgänge und hiermit auch auf die Ernährung ausüben. Einen indirecten Einfluss auf die Ernährung der Muskeln üben schon ihre Bewegungsnerven dadurch aus, dass sie zur Contraction anregen, denn wir sehen sie mit der Zeit atrophiren, wenn der motorische Einfluss gehemmt ist. Aber auch Muskeln, die nie gelähmt waren, können in ihrer Entwickelung zurückbleiben, weil ihre Nerven irgendwie geschädigt wurden. Man sieht dies theils an der Abgrenzung der Muskelgruppe, die in ihrer Entwickelung zurückgeblieben ist, theils liegt auch die Schädlichkeit, die den Nervenstamm betroffen hat, offen zu Tage, indem Krämpfe vorhanden waren und Schmerzen an der peripherischen Ausbreitung der sensiblen Nerven, die in demselben Stamme verliefen. Wie die von den motorischen Nerven ausgelöste Muskelcontraction selbst in gewisser Beziehung ein chemischer Vorgang ist, so können mit den motorischen Nerven auch noch andere Nerven zu den Muskeln gehen, deren Erregung in ihnen wieder andere chemische Vorgänge bedingt. Um die Reihe der Arten von centrifugalleitenden Nerven vollständig zu machen, müssen wir, wenn wir nicht allein die Wirbelthiere im Auge behalten, sondern auch die wirbellosen berücksichtigen, noch die Leuchtnerven nennen, das heisst solche, die, zu bestimmten Organen gehend, diese, wenn sie erregt werden, zur Lichtentwickelung anregen. Das, was ich bei Gelegenheit der Lichtentwickelung durch lebende Thiere nach den Beobachtungen von Panceri über Phillorrhoe bucephala berichtet habe, und Aehnliches, was an anderen Seethieren beobachtet wurde, lässt sich kaum in einem anderen Sinne deuten. Man ist darauf angewiesen, anzunehmen, dass hier durch Nerveneinfluss ein Process, der mit Lichtentwicklung verbunden ist, direct angeregt wird.

Auch die Nerven, welche Impulse von der Peripherie zum Centrum bringen, können wir uns nicht blos als sensible Nerven denken. Wir müssen zunächst unter den sensiblen Nerven verschiedene Abtheilungen unterscheiden, je nach der Natur der Empfindungen, der Vorstellungen, welche durch sie hervorgerufen werden. Wir unterscheiden Nerven, welche die Gesichtsempfindungen vermitteln, Nerven, welche die Gehörsempfindungen vermitteln, Nerven, welche die Geruchsempfindungen vermitteln, Nerven, welche die Geschmacksempfindungen vermitteln, Nerven, welche die Tastempfindungen vermitteln, Nerven, mittelst deren wir warm empfinden, Nerven, mittelst deren wir kalt empfinden u. s. w. Wir sind mit

dem Theilen noch nicht vollständig zu Ende gekommen bei den verschiedenen empfindenden Nervenfasern. Wir wissen noch nicht im Einzelnen, inwieweit die verschiedenen Empfindungen in verschiedenen Arten der Nervenfasern oder in verschiedenen Erregungszuständen einer und derselben Art von Nervenfasern begründet sind.

Abgesehen von den Nervenfasern, welche Empfindungen erregen, gibt es solche, welche von der Peripherie zum Centrum fortleiten, dort ihre Erregungen auf andere Nervenelemente übertragen und einen neuen Act, wir wollen sagen zunächst eine Bewegung, veranlassen. Eine solche Bewegung, die entsteht, wenn eine Erregung von der Peripherie zum Centrum fortgeleitet wird und hier auf eine Ganglienkugel oder auf Ganglienkugeln übertragen wird, welche mit motorischen Nerven in Verbindung stehen, nennen wir eine Reflexbewegung. Unter Peripherie verstehen wir hier immer die äusseren oder inneren Oberflächen, beziehungsweise die Organe, in denen die Nerven endigen, unter Centrum das Rückenmark, die Medulla oblongata und den Hirnstamm, unter Umständen aber auch ein einzelnes Ganglion, in dem die Uebertragung der Erregung auf motorische Bahnen stattfindet. Die Leitung von den oberflächlichen Theilen des Gehirns, der Hirnrinde, zu den in der Tiefe liegenden und umgekehrt muss gesondert betrachtet werden, wenn man nicht die ganze Lehre von den Reflexbewegungen verwirren will. Wir betrachten die Reflexbewegungen im Gegensatze zu den willkürlichen. Auch diese sind ursprünglich durch centripetale Impulse bedingt; aber hier geht die Leitung durch Theile des Gehirns, die dem Bewusstsein, den Vorstellungen, dem Willen dienen. Der Begründer der Theorie der Reflexbewegungen ist Descartes, der ausdrücklich sagt, es würden Impulse von der Peripherie nach dem Centrum fortgeführt und in letzterem würden sie auf motorische Nerven reflectirt. Als der zweite muss Prohaska genannt werden. Später hat Marshall Hall diese Lehre in etwas anderer Weise aufgestellt und bedeutend erweitert. Die Uebertragung der Reflexe entsteht in der Regel im Rückenmarke oder im verlängerten Marke, oder in solchen Theilen des Gehirns, welche wir als directe Fortsetzungen des Rückenmarks und der Medulla oblongata ansehen können. Wir können aber nicht sagen, dass dies die einzigen Orte seien, an welchen Reflexe übertragen werden können. Wir werden Thatsachen kennen lernen, die dafür sprechen, dass auch in den Ganglien Reflexe übertragen werden können. Zur Uebertragung eines solchen mag ja an und für sich nichts gehören als eine Nervenfaser, welche im Stande ist einen Impuls in centripetaler Richtung fortzuleiten, eine Ganglienkugel, mit der diese Nervenfaser in Verbindung steht, und eine zweite Faser, welche den motorischen Impuls fortpflanzt und die, entweder direct, oder indirect durch eine andere Nervenzelle mit dieser Ganglienkugel verbunden ist. Eine solche Anordnung kann gerade so gut in einem Ganglion, wie im Rückenmarke und in der Medulla oblongata vorkommen.

Nerven, durch welche Reflexe ausgelöst werden, heissen Reflexnerven oder excitomotorische Nerven und ihre Thätigkeit ist für die Instandhaltung und für die ganzen Thätigkeitsäusserungen des Organismus von der grössten Wichtigkeit. Es fällt zunächst auf, dass eine Reihe von Acten, welche den Organismus schützen, Schädlichkeiten von demselben abhalten und aus demselben entfernen, auf reflectorischem Wege

ausgelöst werden. Wenn man z. B. die Conjunctiva des Auges berührt, so schliessen sich auf reflectorischem Wege die Augenlider. Wenn Staub oder andere kleine fremde Körper in die Nase gelangen, so entsteht auf reflectorischem Wege Niessen, um diese Körper hinauszuschaffen. Wenn ein fremder Körper in die Trachea einzudringen sucht, so tritt zuerst Verschluss der Stimmritze ein, wodurch das Hineintreten des Körpers verhindert wird, und dann tritt in Gestalt des Hustens eine Reihe heftiger Exspirationsbewegungen ein, welche dazu dienen, den fremden Körper aus den Luftwegen hinauszuwerfen. Wenn wir noch weiter in die Thätigkeiten des Körpers eingehen, so stossen wir überall auf Reflexbewegungen, wir sehen, dass das Schlingen, das Athmen, kurz viele der wichtigsten Thätigkeiten des Körpers mit Reflexbewegungen zusammenhängen oder auf dem Wege des Reflexes zu Stande kommen.

Es können aber in diesen excitomotorischen Nerven nicht nur Impulse fortgeleitet werden, welche Reflexbewegungen auslösen, sondern auch solche, welche Reflexabsonderungen hervorrufen. Ebensogut, wie die Erregung im Centralorgan auf einen motorischen Nerven übertragen wird, kann sie auch auf einen Absonderungsnerven und auf einen elektrischen Nerven übertragen werden. Wir unterscheiden deshalb Reflexabsonderungen, und wir werden bei den elektrischen Fischen sehen, dass die Thätigkeit ihrer elektrischen Organe durch Anregung der Nerven auf reflectorischem Wege hervorgerufen werden kann. Ja, es kann die Erregung im Centrum auch übertragen werden auf einen Hemmungsapparat, und dann haben wir diejenige Erscheinung, die wir mit dem Namen der Reflexhemmung bezeichnen.

Es fragt sich, sind die excitomotorischen Nerven und die sensiblen Nerven verschieden von einander oder sind es die gewöhnlichen sensiblen Nerven, in denen auch die Impulse fortgeleitet werden, welche Reflexbewegungen, Reflexabsonderungen und Reflexhemmungen auslösen. Wir kennen keine Thatsache, welche uns zwingt anzunehmen, dass in den gewöhnlichen sensiblen Bahnen nicht auch reflectorische Erregungen fortgepflanzt werden können: aber wir kennen umgekehrt eine Menge von Thatsachen, die uns zeigen, dass es centripetalleitende Bahnen gibt, in welchen Impulse fortgeleitet werden, die Reflexe erregen, ohne dass sie uns eine Empfindung verursachen. Man sieht leicht ein, dass dies nur in den centralen Verbindungen begründet ist, welche die centripetalleitenden Bahnen, von denen wir sprechen, eingehen. Sind die Verbindungen derart, dass die Erregungen in diejenigen Theile des Gehirns fortgepflanzt werden, die uns bewusste Empfindungen und Vorstellungen zubringen, so sagen wir, dass die Erregung dieser Nerven uns eine Empfindung verursache. Findet aber im Centralorgane die Uebertragung einfach auf eine centrifugale Bahn statt, ohne dass die Kette der Veränderungen durch solche Theile abläuft, in welchen für uns die Quelle bewusster Empfindungen zu suchen ist, so wird eine Reflexbewegung oder Reflexabsonderung erzeugt, ohne dass uns daraus eine bewusste Empfindung erwächst.

Es können im Centralorgane nicht nur Erregungen übertragen werden von centripetalen auf centrifugale Bahnen, sondern es können auch Erregungen übertragen werden auf andere Nervenelemente, welche mit anderen centripetalen Bahnen in Verbindung stehen. Da aber diese Erregungen ganz ähnliche Folgen haben, als wenn die centripetalen Bahnen, mit denen

diese Elemente in Verbindung stehen, erregt worden wären, so entsteht dadurch eine Empfindung, die anscheinend ihre Ursache an dem peripherischen Ende eben jener centripetalen Bahnen hat, und eine solche Empfindung bezeichnen wir mit dem Namen der Mitempfindung.

Im Ohre verzweigt sich ein kleiner Ast des Vagus, der Ramus auricularis nervi vagi. Von diesem gehen einige Fäden in den tiefsten Theil des äusseren Gehörganges. Wenn man mit einem Federbart oder einem zusammengedrehten Papiere immer tiefer und tiefer in den äusseren Gehörgang hineinbohrt, so spürt man endlich, wenn man an eine bestimmte Stelle kommt, ein Kitzeln im Kehlkopfe. Dann ist die Erregung auf Elemente im Centralorgane übertragen worden, die mit dem Nervus laryngeus superior, dem Empfindungsnerven des Kehlkopfes, in Verbindung stehen, und daher fühlt man das Kitzeln im Kehlkopfe. Es dauert aber nicht lange, so tritt auch Husten ein. Dieser ist eine Reflexbewegung. In unserer Vorstellung ist es so, als ob wir husten müssten, weil wir Kitzeln im Kehlkopfe fühlen, weil der gewöhnliche Angriffspunkt für die Reflexbewegung des Hustens in der Kehlkopfschleimhaut liegt: in der That ist aber die wahre Ursache der Reflexbewegung, die ausgelöst worden ist, hier die Erregung des Ramus auricularis nervi vagi. Diese hat uns eine Mitempfindung im Laryngeus superior verursacht und in zweiter Reihe, indem der Reiz auf Elemente übertragen worden, die mit motorischen Bahnen in Verbindung stehen, Husten als Reflexbewegung ausgelöst.

Es können endlich weiter, wenn Erregungen auf motorische Centren übertragen sind, diese sich in denselben ausbreiten, und es können dadurch Bewegungen, die wir nicht die Absicht haben hervorzurufen, entstehen. Wenn wir z. B. die Hand auf den Tisch legen und einen Finger nach dem andern aufzuheben suchen, so finden wir, das uns dies das erste Mal nicht ganz gut gelingt, dass wir den einen oder andern Finger, der nicht mitgehoben werden sollte, mitaufheben, bis einige Uebung uns nach und nach dazu bringt die Finger vollkommen isolirt zu bewegen. Dies ist eine Erfahrung, die bei allen Kindern gemacht wird, die Clavierspielen lernen, indem sie Schwierigkeiten haben die Bewegungen der Finger zu isoliren, es aber später ganz gut lernen. Dergleichen Bewegungen, deren Ursachen unwillkürlich von einem motorischen Centrum auf das andere übertragen worden sind, bezeichnet man mit dem Namen der Mitbewegungen.

Motorische Nerven.

An den motorischen Nerven hat man mit besonderer Sorgfalt und mit dem Aufwande von sehr viel Arbeitskraft die Erregungen durch den elektrischen Strom untersucht. Bei den älteren Versuchen waren, je nachdem man stärkere oder schwächere Ströme anwandte, je nachdem man sie eine kürzere oder längere Zeit hindurchleitete, die Resultate so verschieden, dass man sich gar nicht aus diesem Gewirre herausarbeiten konnte. Erst durch die grosse Arbeit von Pflüger über den Electrotonus ist in diesen Gegenstand eine grössere Klarheit hineingekommen. Früher pflegte man die Versuche so anzustellen, dass man die Elektroden ohneweiters an den Nerven selbst anlegte. Nun wissen wir aber, dass die Producte der Zersetzung, die durch den elektrischen Strom hervorgebracht werden, sich am positiven und am negativen Pole ansammeln. Diese Pro-