Die Wirkung des Reizes, welchen die strahlende Wärme ausübt, ist eine andere, wenn diese Strahlen einerseits die Hautnerven, andererseits die Endigungen des Nervus opticus in der Retina treffen. Auch bei elektrischen Reizen zeigen sich analoge Erscheinungen. Es erzeugt im Allgemeinen das Schliessen und Oeffnen einer constanten Kette stärkere Erregungen als der ruhende Strom, aber der constante Strom bringt, während er durchfliesst, auch Erregungen hervor, welche dann wieder verschieden sind, je nach der Natur der sensiblen Nerven, welche er durchfliesst. Es ist dies das Gesetz der specifischen Energien, wie wir es mit Johannes Müller nennen, dass ein und derselbe Reiz ganz verschiedene Empfindungen hervorbringt, je nach der Natur des Nerven, welchen er trifft, einmal eine Gesichtsempfindung, ein zweites Mal eine Tastempfindung, das dritte Mal eine Gehörsempfindung u. s. w., und dass andererseits jede einzelne Art von empfindenden Nerven, wenn sie erregt wird, immer zu einer ganz bestimmten Kategorie von Empfindungen und Vorstellungen Veranlassung gibt, gleichviel welcher Art der Reiz war, durch den die Erregung hervorgerufen wurde. So repräsentiren alle Erregungen des Opticus nur Gesichtsempfindungen, alle Erregungen des Acusticus nur Gehörsempfindungen, alle Erregungen des Olfactorius nur Geruchsempfindungen u. s. w.

Rückenmark und Gehirn.

Nachdem wir uns bis jetzt mit den peripherischen Bahnen der Nerven beschäftigt haben, wollen wir in unseren Betrachtungen zum Centralorgane übergehen. Das Centralorgan baut sich zunächst durch das Rückenmark und dessen oberstes Ende, durch welches es mit dem Gehirne in Verbindung steht, auf. Dies letztere Stück bezeichnen wir mit dem etwas seltsamen Namen des verlängerten Markes, der Medulla oblongata. Hier aber ist noch nicht das wahre Ende, indem sich ein Theil des Gehirns, wesentlich die Region, die den Aquaeductus Sylvii umgibt, durch die Analogie der darin vorkommenden Gebilde als directe Fortsetzung des Rückenmarks erweist. Dazu treten grosse neue Massen, welche zunächst aus den Hemisphären des grossen Gehirns und denen des kleinen Gehirns bestehen. Als analoge Gebilde schliessen sich die Oliven der Medulla oblongata an. Ihr Bau erweist sie gleichfalls als Hemisphärenbildungen, die nur wegen ihrer Kleinheit nicht auf den ersten Anblick als solche erkannt werden.

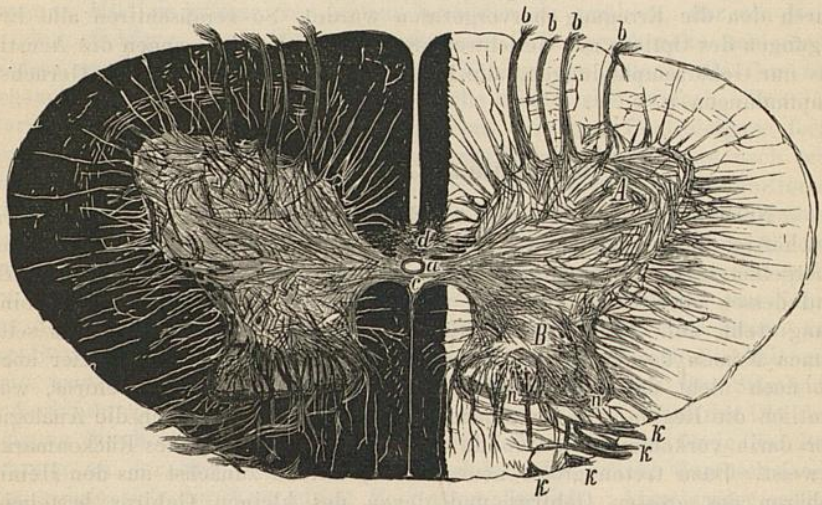
Wenn wir das Rückenmark quer durchschneiden, so sehen wir, dass die Rinde desselben weiss gefärbt ist, dass sich aber in der Mitte eine Figur befindet, welche bald mehr an ein römisches X, bald mehr an ein Paar ausgebreitete Schmetterlingsflügel (siehe Figur 11*) erinnert, die sich grauröthlich und dunkel gegen die umgebende weisse Substanz absetzt. Diese beiden Substanzen finden wir bei Querschnitten durch das ganze Rückenmark immer, nur dass sich je nach der Höhe, in welcher wir durchschneiden, die Form der inneren, grauen Substanz ändert. Die äussere Substanz besteht der Hauptmasse nach aus den markhaltigen Längsfasern des Rückenmarks, und sie ist weiss vermöge der Menge des Lichtes, das von dem Marke der Nervenscheiden reflectirt wird, oder richtiger: sie ist

*) Fig. 11 nach Stilling.

weiss, weil in ihr das stark lichtbrechende Nervenmark mit schwächer lichtbrechenden Gebilden abwechselt, und beim Uebergange des Lichtes aus der stark lichtbrechenden Substanz in die schwach lichtbrechende und umgekehrt kräftige Reflexionen hervorgebracht werden. Die ganze Substanz besteht aus Nervenzellen, dann aus Fasern, die aber vorherrschend marklose sind, nackten Axencylindern, aus Blutgefässen, und endlich aus einem Gewebe, welches wir mit Kölliker mit dem Namen des Stützgewebes bezeichnet haben.

Da, wo sich die beiden symmetrischen Hälften des Rückenmarks aneinanderschliessen, befindet sich in der Mitte ein Canal, der vom Calamus scriptorius anfängt und durch das ganze Rückenmark hindurchgeht, mit Flimmerepithel ausgekleidet ist und den Namen Canalis centralis medullae spinalis (Figur 11 *a*) führt. Vor und hinter dem Canale gehen zahlreiche

Fig. 11.



Fasern von einer Hälfte des Rückenmarks zur andern hinüber. Die Fasern, die hinter dem Canal von einer Hälfte der grauen Substanz zur andern Hälfte derselben hinübergehen, sind vorherrschend marklose, und man bezeichnet sie deshalb als die hintere oder graue Commissur des Rückenmarks (Figur 11 *c*), während vorn, abgesehen von vielen marklosen, eine grössere Menge von markhaltigen Fasern von einer Seite zur andern geht. Man bezeichnet deshalb diese vordere Commissur (Figur 11 *d*) auch als die weisse Commissur. Es muss übrigens bemerkt werden, dass auch in der grauen Commissur, wie überhaupt im ganzen Centralnervensystem, sehr viel mehr markhaltige Fasern enthalten sind, als man noch vor wenigen Jahren glaubte, bis Sigm. Exner in der successiven Anwendung der Ueberosmiumsäure und Ammoniak ein Mittel gefunden hatte, ihren Bahnen nachzuspüren. Man sieht also, dass die beiden Hälften des Rückenmarks durch die vordere und die hintere Medianfurche nicht ganz von einander getrennt sind, sondern dass Fasern, markhaltige und marklose,

hinüber und herüber gehen. Das ist aber nicht die einzige Faserverbindung, die zwischen den beiden Rückenmarkshälften existirt. Wenn man in der vorderen Medianfurche nach aufwärts geht, so kann man in dem Bindegewebe, welches die beiden Hälften der weissen Substanz von einander trennt, verhältnissmässig tief eindringen. Geht man aber immer höher hinauf und nähert man sich dem Calamus scriptorius, so kommt man, ehe man auf das Niveau desselben gelangt, an eine Stelle, wo man nur ganz oberflächlich in die vordere Medianfurche eindringen kann, und diese Stelle beträgt in der Länge etwa 6 bis 7 Millimeter. Wenn man diese Stelle näher untersucht, so findet man, dass hier dicke, mit freiem Auge sichtbare Stränge von dem einen vorderen Strang des Rückenmarks in den andern sich hineinflechten, dass sie an dieser Stelle, die man mit dem Namen der Decussation der Pyramiden bezeichnet, wie die Stränge einer Haarflechte übereinander liegen und dann, nach aussen und rückwärts absteigend, in den Seitenstrang des Rückenmarks übergehen. Hiermit hängt es einerseits zusammen, dass Lähmungen, die vom Gehirn ausgehen, wie man sich ausdrückt, gekreuzt sind, d. h. dass die gelähmte Körperseite nicht der kranken, sondern der gesunden Hirnseite entspricht, und andererseits dass, wie von Woroschiloff in Ludwig's Laboratorium durch zahlreiche Versuche experimentell dargethan ist, die Seitenstränge des Rückenmarks, deren motorische Eigenschaften man schon seit langer Zeit kannte, die Hauptmasse der vom Gehirn kommenden motorischen Bahnen nach abwärts führen. Ein Theil der Pyramidenfasern nimmt indessen an dieser Kreuzung in der Regel keinen Antheil, sondern läuft auf derselben Seite unmittelbar neben der vorderen Medianfurche nach abwärts. Dieser Theil wird als Pyramidenvorderstrang bezeichnet, während man die im Seitenstrange der anderen Seite hinablaufenden Pyramidenfasern als Pyramidenseitenstränge bezeichnet. Doch war nach Flechsig's Erfahrungen in 11 p. C. der von ihm untersuchten Fälle die Kreuzung eine vollständige, so dass unterhalb der Decussation nur Pyramidenseitenstränge existirten. In 14 p. C. der untersuchten Fälle tauschte die eine Pyramide innerhalb der Decussation die Seite vollständig, während die andere noch einen auf derselben Seite verbleibenden Vorderstrang nach abwärts schickte; so dass hier unterhalb der Decussation drei Pyramidenstränge existirten, ein Pyramidenvorderstrang und zwei Pyramidenseitenstränge. Die Pyramidenbahnen leiten sich wesentlich ab aus motorischen Fasern, welche von den Theilen der Grosshirnrinde kommen, die der willkürlichen Bewegung des Rumpfes und der Glieder vorstehen, und steigen durch den Fuss des Grosshirnschenkels in das verlängerte Mark hinab.

Wir haben also gesehen, dass das Rückenmark sowohl nach vorn als nach hinten jederseits eine starke Ausladung seiner grauen Substanz hat. Auf dem Querschnitte bezeichnen wir die beiden vorderen Ausladungen als die vorderen Hörner der grauen Substanz (Figur 11 *A*) und die beiden hinteren Ausladungen als die hinteren Hörner der grauen Substanz (Figur 11 *B*). Nun ist es aber klar, dass diese Hörner nichts weiter sind als Querschnitte von hervorragenden Leisten, und dass man also die graue Substanz als aus je zwei Säulen bestehend ansehen kann, die jederseits aneinander gedrückt worden sind, so dass sie noch mit ihren convexen Flächen hervorragen, und die dann wieder gegen die Mitte durch eine Brücke in Verbindung gesetzt sind. Deshalb bezeichnet man diese

Theile des Rückenmarks als die vorderen grauen Colonnen und als die hinteren grauen Colonnen und sagt, die motorischen Nerven (Figur 11 *b*, *b*, *b*) entspringen aus den vorderen Colonnen, weil man in denselben auf Querschnitten zahlreiche Ganglienkugeln findet, aus welchen Nervenfasern entspringen, die man in die vorderen Wurzeln hinein verfolgen kann. Wir haben früher gesehen, dass man die Fortsätze der multipolaren Ganglienkugeln in Nervenfaserfortsätze eintheilt und in Protoplasmafortsätze. Letzteren Namen hatte Deiters für die verzweigten Fortsätze eingeführt, jedoch ohne deren nervöse Natur in Abrede zu stellen. Von jeder dieser Ganglienkugeln, die in den vorderen Hörnern liegen, sieht man einen Nervenfaserfortsatz gegen die vordere Wurzel hinabgehen. Diese Ganglienkugeln sind verhältnissmässig gross, haben zahlreiche Fortsätze, sind sehr unregelmässig von Gestalt, namentlich sehr entfernt von der Kugelgestalt. Manchmal sind sie sehr lang ausgezogen. Sie haben einen Kern und Kernkörperchen. Nach den Untersuchungen von Gerlach sind die Ganglienzellen, welche Fasern zu den vorderen Wurzeln geben, keineswegs auf die eigentlichen vorderen Hörner oder die vorderen grauen Colonnen beschränkt, sondern es liegen auch nach aussen und selbst etwas nach hinten vom Centralcanale ähnliche Ganglienzellen, die gleichfalls Fortsätze zu den vorderen Wurzeln senden. Dagegen kennt man nicht mit Sicherheit Fasern, welche vom Gehirne herabkommen und direct in die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven übergehen. Es scheint also, dass die Communication zwischen dem Gehirn und zwischen den vorderen Wurzeln, die Communication zwischen den Bahnen für die Willensimpulse und den von ihnen abhängigen motorischen Nerven, immer mittelbar durch Ganglienzellen stattfinde, ja nach den Untersuchungen von Birge, der sowohl die Zellen, als auch die Wurzelfasern an Fröschen zählte, kann man hieran kaum mehr zweifeln.

Weniger gut als die Ursprünge der vorderen Wurzeln kennen wir die centralen Verbindungen der hinteren (Figur 11 *k*, *k*, *k*, *k*). Mauthner konnte Fasern der hinteren Wurzeln im Rückenmarke des Hechtes zu Ganglienkugeln verfolgen, welche im oberen Theile des Rückenmarks zu beiden Seiten des Centralcanals lagen und sich in ihrem Aussehen wesentlich von denen unterschieden, aus welchen die motorischen Wurzeln ihren Ursprung nahmen. Diese Ganglienzellen hatten einen Kern, der den Eindruck eines kugelrunden Bläschens machte, der sich beim Imbibiren mit Carmin immer weniger färbte als das Protoplasma der Zelle, während bei den Ganglienzellen, aus welchen die motorischen Wurzeln ihren Ursprung nahmen, die Kerne den Eindruck einer compacten Masse machten, die sich stärker als das Protoplasma der Zelle färbte. In diesem bläschenartigen Gebilde lag ein Kernkörperchen, das sich mit Carmin wieder stärker färbte. Auch die Kerne, aus denen sensible Hirnnerven hervorgehen, schienen dafür zu sprechen, dass dort dergleichen Verbindungen mit solchen Ganglienkugeln stattfinden.

Später fand Kutschin bei Petromyzonten im Rückenmark Ganglienzellen, von denen aus er Fasern zu den hinteren Wurzeln verfolgen konnte, und S. Freud hat diesen Befund bestätigt und weitere Untersuchungen über diese Zellen angestellt. Sie waren nicht zahlreich genug, um allen Fasern der hinteren Wurzeln Ursprung zu geben. Da nun zahlreiche Fasern der hinteren Wurzeln in diesen selbst, im Wurzelganglion, mit einer

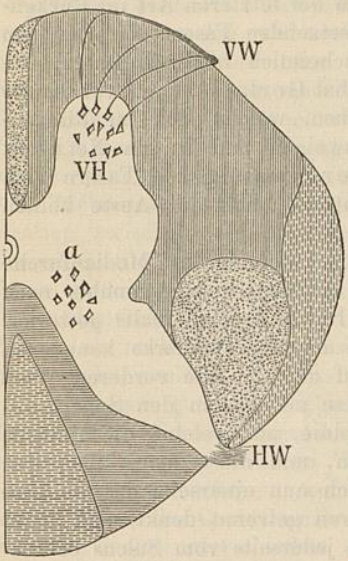
Ganglienzelle in Zusammenhang standen, so lag die Vermuthung nahe, dass die Zellen im Rückenmark nur solchen Fasern Ursprung geben, welche einfach durch die Wurzelganglien hindurchgehen, ohne hier zu einer Ganglienzelle anzuschwellen. Versuche an höheren Wirbelthieren haben gezeigt, dass die motorischen Nerven degeneriren, wenn man ihre Wurzeln durchschneidet, die sensiblen aber grösstentheils erhalten bleiben, wenn man das Wurzelganglion mit ihnen in Verbindung lässt, wenn man zwischen Ganglion und Rückenmark durchschneidet. Die Zellen des Wurzelganglions sind also für sie trophische Centren, wie für die motorischen die Ursprungszellen im Rückenmarke. Da nun die Entwickelungsgeschichte lehrt, dass die Zellen der Wurzelganglien im Rückenmarke entstehen und erst später aus denselben auswandern, so kann man sich denken, dass bei den Petromyzonten ein Theil der Ursprungszellen der centripetalleitenden Fasern in die Ganglien hinauswandert, ein anderer im Rückenmark verbleibt. Bei Petromyzon reichen die bekannten Zellen der letzteren Art im Rückenmarke nicht hin, allen die Ganglien durchsetzenden Fasern Ursprung zu geben, es müssen also noch andere, wahrscheinlich höher liegende, Ursprünge vorhanden sein. Bei Säugethieren hat Gerlach schon vor langer Zeit Fasern der hinteren Wurzeln beschrieben, welche sich im Rückenmarke in ihrem centripetalen Verlaufe verzweigen und in ein Netzwerk übergehen. Auch bei Petromyzon hat Freud aufsteigende Fasern sich theilen gesehen, konnte aber über das centrale Ende der Aeste keinen sicheren Aufschluss erhalten.

Wir haben gesehen, dass das Rückenmark eine vordere Medianfurche hat, den sogenannten Sulcus longitudinalis anterior, dem gegenüber nach rückwärts eine Linie liegt, der sogenannte Sulcus longitudinalis posterior. An den beiden so gebildeten Seitenhälften des Rückenmarks kann man noch jederseits eine Linie unterscheiden, auf der sich die vorderen Wurzeln sammeln und zu Tage treten, und diese nennt man den Sulcus collateralis anterior, und dann jederseits eine Linie, auf welcher die hinteren Wurzeln sich sammeln und zu Tage treten, und diese nennt man den Sulcus collateralis posterior. Wenn man sich nun einerseits das Rückenmark von der einen Medianfurche zur anderen getrennt denkt, und denkt sich andererseits, man machte Durchschnitte jederseits vom Sulcus collateralis anterior zum Centralcanale, und ferner vom Sulcus collateralis posterior zum Centralcanale, so würde man in jeder der Rückenmarkshälften wieder drei Abtheilungen erhalten. Diese hat man als Stränge des Rückenmarks bezeichnet und hat somit im Rückenmarke, zunächst in der weissen Substanz, sechs Stränge unterschieden, zwei Vorder-, zwei Hinter- und zwei Seitenstränge. Diese Stränge sind aber eine Fiction, indem sie keineswegs durch eine bestimmte Grenze von einander getrennt sind. Wenn alle Nervenwurzelfasern genau in einer Ebene übereinander das Rückenmark durchsetzen würden, so würde dadurch eine Scheidung zwischen Vorder-, Seiten- und Hintersträngen zu Stande kommen können. Das ist aber durchaus nicht der Fall, sondern die Wurzeln verlaufen in der Tiefe zerstreut, sammeln sich erst unter der Oberfläche und treten erst im Sulcus collateralis anterior und Sulcus collateralis posterior in geradliniger Reihe heraus. Man hat also zwischen den centralen Bahnen der vorderen und hinteren Nervenwurzeln Partien des Rückenmarks, die man nicht mit vollem Rechte zu den Vorder- oder Hintersträngen, aber auch nicht zu

den Seitensträngen rechnen kann. Wenn man von Vorder-, Hinter- und Seitensträngen spricht, so hat man damit Regionen des Rückenmarks, aber durchaus nicht scharf begrenzte Abtheilungen desselben bezeichnet. Diese Regionen haben bereits angefangen sich für uns in Unterabtheilungen zu zerlegen, zu welchen ja auch die Pyramidenstränge gehören. Auf noch andere ist man aufmerksam geworden durch ihre gleichzeitige Erkrankung, beziehungsweise durch die Art, wie Degenerationsprocesse in ihnen fortschreiten, und ferner durch die Art und Reihenfolge, in welcher während der Entwickelung die Fasern markhältig werden.

Ich gebe beistehend die Hälfte eines Rückenmarksdurchschnittes, auf dem die mit einiger Sicherheit bekannten Unterabtheilungen nach den Angaben von Flechsig und mit dessen Benennungen abgegrenzt sind.

Fig. 12.



Die punktirte Partie entspricht den Pyramidensträngen, die mit senkrechten unterbrochenen Strichen bezeichnete dem sogenannten Kleinhirn-Seitenstrang. Seine Fasern steigen durch die Corpora restiformia in das Kleinhirn auf. Nach abwärts stehen sie nach Flechsig in Verbindung mit den Clarke'schen Säulen (*a*, Figur 12). Dies sind Gruppen von Ganglienzellen, welche von denen der vorderen Hörner (*VH*, Figur 12) verschieden sind, und von denen man vermuthet, dass sie hintere Wurzeln aufnehmen. Die mit horizontalen unterbrochenen Strichen gezeichnete Partie entspricht dem Goll'schen Strange. Der mit verschiedenen Namen (Keilstrang, Burdach'scher Strang) belegte Rest des Hinterstranges, von dem sich der Goll'sche durch sein vorzugsweises Erkranken beim Symptomcomplex der Tabes dorsualis unterscheidet, ist mit ununterbrochenen horizontalen Strichen gezeichnet, der noch nicht hinreichend erforschte Theil des Vorder- und Seitenstranges mit ununterbrochenen verticalen Strichen. Die Austrittsstelle der vorderen Wurzel ist mit *VW*, die der hinteren mit *HW* bezeichnet.

Wenn man das Rückenmark nach aufwärts verfolgt, so öffnet sich seine hintere Seite im Calamus scriptorius, und dadurch entsteht der sogenannte Sinus rhomboidalis, der vierte Ventrikel. Diejenigen Partien, die im Rückenmarke hintere sind, werden in der Medulla oblongata äussere Partien, und diejenigen, die im Rückenmarke vordere sind, die Vorderstränge mit der zu ihnen gehörenden grauen Substanz, liegen in der Medulla oblongata zu beiden Seiten der Mittelebene, stellen also innere, der Axe näher gelegene Theile dar. Nachdem die Oliven und die Hemisphären des kleinen Gehirns gebildet sind, schliesst sich der Sinus rhomboidalis nach oben wieder, und es entsteht dadurch ein geschlossener Canal, die Fortsetzung des Canalis centralis medullae spinalis, der den Namen des Aquaeductus Sylvii führt. Um diesen herum befinden sich diejenigen Theile,

die als directe Fortsetzung des Rückenmarks im Gehirne zu betrachten sind, und dazu treten dann die Theile des Grosshirns im engeren Sinne des Wortes.

Wir haben also gesehen, dass das Rückenmark keineswegs blos aus Strängen von Fasern besteht, die Impulse zum Gehirn oder vom Gehirn leiten und als Nerven von dem Stamme des Rückenmarks abgehen, wie die Aeste sich von einem Baume abzweigen, sondern dass das Rückenmark selbst ein wesentlicher Theil des Centralorgans ist und dass die graue Substanz mit ihren Nervenursprüngen und ihren centralen Verbindungen sich von oben nach abwärts im Rückenmarke erstreckt. Damit hängt es auch zusammen, dass nicht etwa das Rückenmark, indem es mehr und mehr Nerven abgibt, von oben nach abwärts immer dünner wird, sondern dass es da anschwillt, wo es starke und zahlreiche Nerven abzugeben hat, dass es sich dann wieder verdünnt, ein zweites Mal anschwillt, wenn es wieder grosse Nervenmassen abzugeben hat, und sich dann schliesslich wieder verdünnt. Diese beiden Anschwellungen sind bekanntlich die Anschwellungen, aus denen die Nerven für die oberen und unteren Extremitäten hervorgehen. Bei denjenigen Thieren, bei welchen die Extremitäten verkümmert sind, z. B. bei den Schlangen und den fusslosen Eidechsen, existiren auch diese Anschwellungen im Rückenmarke nicht, ja wenn man Säugethieren, z. B. Kaninchen, in früher Jugend ein Hinterbein hoch oben im Oberschenkel amputirt und es dann, nachdem es aufgewachsen ist, tödtet, so findet man die Lendenanschwellung des Rückenmarks auf der Seite, an der die Amputation stattgefunden hat, schwächer entwickelt als auf der anderen.

Im ganzen Rückenmarke und in denjenigen Theilen des Gehirns, welche als Fortsetzung des Rückenmarks erscheinen, bis ins Mesencephalon hinauf, werden Reflexe übertragen. Die Hemisphären des grossen Gehirns sind hiebei ganz unnöthig. Ja ein Theil der Reflexbewegungen, diejenigen, deren Reflexherde weiter nach unten liegen, können noch ausgelöst werden, wenn nicht nur das Gehirn, sondern auch die Medulla oblongata und selbst der oberste Theil des Rückenmarks entfernt wurde.

Wenn ich einen Frosch im Schultergürtel durchschneide, so gibt das untere Stück noch Reflexbewegungen, ja noch ziemlich complicirte. Ich tauche seine Zehenspitzen in schwefelsäurehaltiges Wasser, und er zieht sofort das Bein an sich mit ähnlicher Bewegung, wie es ein unversehrter Frosch thun würde. Ich kann noch weiter schneiden und damit noch andere, tiefer gelegene Theile des Rückenmarks entfernen, und noch immer hebt er die Pfote heraus. Bei einem weiteren Schnitte hört dies auf. Derselbe ist in den Reflexherd gefallen und hat denselben theils zerstört, theils von den Beinen getrennt. Es finden unregelmässige zitternde Zuckungen in den ganzen Beinen statt, aber sie werden nicht mehr aus der verdünnten Schwefelsäure herausgehoben.

Wenn man einem Frosche nur das Gehirn weggenommen hat, so gibt er noch eine Reihe sehr complicirter Reflexbewegungen, die den Charakter der Zweckmässigkeit an sich tragen. Wenn ich einem solchen Frosche etwas Schwefelsäure auf das Bein tupfe, so zieht er nicht blos das Bein sofort zurück, sondern er wischt auch mit dem andern Beine die Schwefelsäure ab. Dergleichen Versuche lassen sich vielfältig variiren, wie dies namentlich Pflüger in sinnreicher Weise gethan hat. Wenn

man z. B. den Schwanz einer enthaupteten Eidechse an eine Kerzenflamme heranbringt, so findet die Reizung auf der Seite der Kerzenflamme statt; man müsste also zunächst glauben, dass die Reflexbewegung auf derselben Seite ausgelöst würde, und somit die enthauptete Eidechse den Schwanz in die Flamme hinein bewegen würde. Dies geschieht aber nicht, sondern sie wendet stets mit grosser Geschicklichkeit den Schwanz aus der Flamme. Auf diese Weise hat Pflüger eine grosse Menge von Versuchen an Fröschen, Eidechsen und anderen Amphibien angestellt und immer gefunden, dass die Reflexbewegungen im hohen Grade den Charakter der Zweckmässigkeit an sich tragen, ja, dass sie den Charakter von etwas Prämeditirtem, von etwas wohl Ueberlegtem hatten, und er ist deshalb zu dem Schlusse gekommen, dass bei diesen niederen Wirbelthieren das Bewusstsein nicht nur im Gehirne, sondern auch im Rückenmarke seinen Sitz habe. Man pflegt diese Theorie wohl als die Lehre von der Rückenmarksseele zu bezeichnen.

Man muss indessen mit der Beurtheilung der Erscheinungen, wie wir sie hier vor uns haben, vorsichtig sein. Man muss sich zunächst sagen, dass Reflexbewegungen in denjenigen Bahnen leichter ablaufen, in welchen sie schon oft abgelaufen sind. Nun ist es sicher, dass ein Frosch, wenn er irgendwo von einem Reiz betroffen worden, immer gesucht hat, sich dieses Reizes aufs Zweckmässigste zu erwehren, und dass er deshalb auf den Reiz hin Bewegungen gemacht hat, wie er sie jetzt, nachdem er enthauptet wurde, ausführt. Es ist sicher, dass, wenn ein schmerzhafter Reiz auf die eine Seite eines Eidechsenschwanzes eingewirkt, die Eidechse niemals den Schwanz gegen das schmerzerregende Agens hin, sondern immer weggewendet hat, dass also voraussichtlich diese selbe Bewegung schon öfter abgelaufen ist und deshalb nach dem Enthaupten leichter ablaufen wird als die Bewegung in entgegengesetzter Richtung. Es ist aber noch weiter zu bedenken, ob nicht möglicherweise auch dergleichen, wenn ich mich so ausdrücken soll, ausgelaufene Bahnen von Reflexbewegungen sich von Individuum auf Individuum forterben können, ja, dass sie in dem Individuum als ein- für allemal vorhanden, als prästabilirt angesehen werden können. Endlich muss man sich noch sagen, dass es ja ein blosser Anthroposophismus ist, bei zweckmässigen Handlungen und Bewegungen immer ein Bewusstsein vorauszusetzen. Das thuen wir, weil unsere Handlungen sämmtlich bewusste Handlungen sind. Es ist aber durchaus nicht der Beweis geliefert, dass Zweckmässigkeit immer ein Bewusstsein voraussetze, und dass es keine zweckmässigen Handlungen geben könne, ohne dass dieselben zum Bewusstsein gelangen. Der eigentliche Beweis für das Vorhandensein eines Bewusstsein kann niemals durch die blos anscheinende oder wirkliche Zweckmässigkeit der Bewegungen, die ausgeführt werden, oder durch die Zweckmässigkeit der Veränderungen, die an einem Thiere vor sich gehen, geliefert werden. Den aus der Analogie geschöpften Vermuthungen stehen andere Thatsachen gegenüber, welche es nicht wohl zulassen, auch im Rückenmarke ein individuelles Bewusstsein anzunehmen.

Wir versetzen also das Bewusstsein und die Intelligenz ausschliesslich in das Gehirn, und in Rücksicht auf den Menschen und die höheren Wirbelthiere herrscht darüber unbedingte Einstimmigkeit. Es fragt sich nun, welches sind die Gründe, die wir dafür anführen können. Wir wissen zunächst, dass das Bewusstsein schwindet, wenn das Blut nicht in

gehöriger Weise durchs Gehirn circulirt. Wir wissen, dass bei Ohnmächtigen, denen das Bewusstsein geschwunden, dieses oft in kürzester Zeit zurückkehrt, sobald der Kopf niedrig genug gelegt wird, damit das Blut mit grösserer Leichtigkeit durch das Gehirn circuliren kann. Wir wissen ferner, dass Zerstörungen, Druck u. s. w., wenigstens wenn sie beide Hemisphären des grossen Gehirns betreffen, Verlust des Bewusstseins und also auch der Intelligenz nach sich ziehen. Wir finden endlich drittens, dass da, wo beide Hemisphären atrophisch sind, bedeutend unter ihrem normalen Maasse stehen, als unausbleibliche Folge sich Idiotismus einstellt, wie wir dies bei dem sporadischen und auch an gewissen Orten bei endemisch vorkommendem Idiotismus sehen. Wir können ferner mit Leichtigkeit bemerken, dass, wenn wir von den niederen Wirbelthieren zu den höheren und endlich zum Menschen aufsteigen, wir in dem Baue des Gehirns eine fortwährende Progression, eine weitere Entwickelung beobachten, und zwar in der Weise, dass die Gehirne der Embryonen aller Wirbelthiere sich im hohen Grade ähnlich sehen, dass aber, je höher das Thier in der Entwickelungsreihe steht, sich später das Gehirn um so weiter von dem embryonalen Zustande entfernt. Das Gehirn der Fische und der Amphibien ist dem embryonalen am meisten ähnlich, während das Gehirn des Menschen am weitesten davon entfernt ist.

Es fragt sich weiter, wie sollen wir aus dieser progressiven Gehirnentwickelung einen Maassstab für den Grad der Intelligenz, für die Stufe, auf welche ein Thier zu stellen sei, entnehmen. Es ist klar, dass wir dabei nicht das absolute Gewicht des Gehirns als Maassstab nehmen dürfen. Wir können aber auch nicht das relative Gewicht des Gehirns im Vergleiche zum Körpergewichte nehmen: darnach müsste einzelnen höchst bevorzugten Thieren ein niedriger Grad von Intelligenz zuerkannt werden. Besonders auffallend wäre dies in Rücksicht auf den Elephanten, bei dem ein sehr kleiner Bruch als relatives Gewicht des Gehirns zum Körpergewichte resultiren würde, während er doch unter allen Thieren, die wir kennen, bei Weitem das intelligenteste ist. Er handelt in einer Weise selbstständig, wie kein anderes Thier. Man kann es ihm überlassen, ein Boot zu laden, wobei er alle Sachen so hineinlegt, dass nichts davon nass wird. Er ladet auch das Boot wieder selbstständig ab. Der Elephant kann dazu benützt werden, ein Geschütz durchs Gebirge zu schaffen. Kommt er dabei an eine Stelle, wo er merkt, dass er in der gewöhnlichen Weise nicht weiter könne, zieht er sich von selbst aus dem Geschirre, bringt seine Stosszähne unter das Geschütz und schafft es womöglich über den Widerstand hinweg.

Man hat ferner vorgeschlagen, nicht das Gewicht des Gehirns, sondern die Oberfläche der Hemisphären zu berücksichtigen, d. h. die Grösse der Oberfläche, die man erhalten würde, wenn man sich alle Gyri ausgeplättet denkt, die Oberfläche der entwickelten Hemisphären, wie man sich früher ausdrückte. Diese Anschauung hat in neuerer Zeit, namentlich durch die Untersuchungen von Professor Meynert, einen theoretischen Hintergrund erhalten, indem dieselben es mehr als wahrscheinlich gemacht haben, dass die graue Gehirnrinde in der Art, wie es sich schon der alte englische Anatom Willis vorstellte, ein grosses Projectionsfeld ist, auf welches die Eindrücke hingebracht werden, dort in eine Menge Wechselbeziehungen treten und wieder auf centrifugalleitende Bahnen übergehen

können, um Bewegungen auszulösen. Es ist dieser Vorgang ein wesentlich verschiedener von dem der Reflexbewegungen, welche, wie wir gesehen haben, im Rückenmarke und in den Theilen des Gehirns, die eine Fortsetzung desselben darstellen, ausgelöst werden. Bei den Reflexbewegungen geht der centripetale Impuls zu einer Gruppe von Ganglienzellen und wird auf andere Ganglienzellen übertragen, von denen motorische Nerven entstehen. Das Ganze kann ablaufen, ohne dass davon etwas zum Bewusstsein gelangt, ohne dass dabei ein oder mehrere bewusste Zwischenglieder zwischen der centripetal fortgepflanzten Ursache und der centrifugal fortgeleiteten Wirkung entstehen. Anders verhält es sich aber bei den früher erwähnten Vorgängen in der grauen Gehirnrinde, indem immer eine oder mehrere bewusste Zwischenglieder entstehen, die einerseits die Ursache, andererseits die Wirkung mit einander verbinden.

Im Einzelnen lässt sich aber doch dieses Messen der Hirnoberfläche, das blosse Messen des Areals ohne Berücksichtigung der Beschaffenheit der Hirnrinde, nicht durchführen. Es haben gewisse Thiere, namentlich die Wiederkäuer, die als dumm und ungelehrig bekannt sind, verhältnissmässig zahlreiche und tiefe Gyri, so dass sie durch ihre Hirnoberfläche, wenn man nach derselben die Intelligenz bemessen sollte, höher gestellt werden müssten, als es ihnen in der That zukommt.

Den besten Maassstab zur Beurtheilung der Intelligenz eines Thieres hat Johannes Müller angegeben. Er sagt nämlich, wenn man die Stellung eines Thieres beurtheilen will, so muss man die Hemisphären desselben mit dem Corpus quadrigeminum vergleichen. Beim Frosche liegen die Hemisphären des grossen Gehirns, die Corpora quadrigemina und die Medulla oblongata mit nur schwach angedeutetem kleinen Gehirne, hintereinander. Die Corpora quadrigemina sind dabei die massigsten Gebilde des ganzen Centralorgans. Vergleichen wir damit das Gehirn einer Schildkröte, Emys europaea, so finden wir die Hemisphären schon mehr entwickelt, ihre hintere Partie erstreckt sich schon zu beiden Seiten der Corpora quadrigemina, so dass diese zum Theil zwischen sie eingeschoben sind, auch das kleine Gehirn ist bereits mehr entwickelt. Beim Huhne reichen die Hemisphären des grossen Gehirns schon bis an das kleine Gehirn und bedecken theilweise das Corpus quadrigeminum. Beim Hunde geschieht dies vollständig. Das Corpus quadrigeminum ist hier bereits ein verhältnissmässig kleines, in der Tiefe verborgenes Gebilde. Aber die Hemisphären des grossen Gehirns und kleines Gehirn liegen hier noch hintereinander, so dass sie in der Scheitelansicht des Hirns beide gleichzeitig gesehen werden. Beim Menschen endlich haben die Hemisphären des grossen Gehirns auch das Kleinhirn vollständig überwachsen, so dass man in der Scheitelansicht nur sie und nichts mehr vom Kleinhirne sieht.

Mit diesen Verhältnissen hängen, wie Meynert gezeigt hat, gewisse andere Eigenthümlichkeiten des Säugethiergehirns gegenüber dem Menschengehirne zusammen. Bekanntlich unterscheidet man an der Masse der Grosshirnschenkel eine obere Partie, welche in directer Verbindung mit den Seehügeln und den Vierhügeln, dem Mesencephalon, steht, und die man mit dem Namen der Haube des Grosshirnschenkels bezeichnet, und eine untere Partie von Fasern, welche darunter weggeht und sich in die Hemisphären des grossen Gehirns ausbreitet. Man bezeichnet sie mit dem Namen des Fusses der Grosshirnschenkel. Je grösser die Hemisphären

im Vergleiche zu den Corpora quadrigemina sind, um so grösser muss auch die Masse des Fusses des Hirnschenkels gegenüber der Haube ausfallen und daher kommen die verschiedenartigen Querschnitte, welche hier das Menschengehirn und das Gehirn von Säugethieren, namentlich niedrig stehenden, zeigt. Macht man durch ein Menschengehirn in der Höhe der Vierhügel einen Durchschnitt und einen eben solchen bei einem Säugethiere, so findet man beim Vergleiche dieser Durchschnitte, dass beim Menschen die Masse des Fusses über die der Haube prävalirt, während beim Säugethiere das Umgekehrte stattfindet.

Fig. 13.

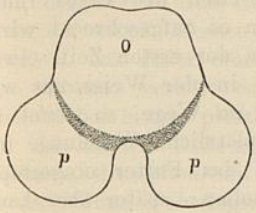


Fig. 14.

Fig. 15.

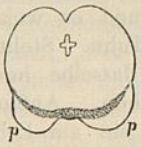


Fig. 16.

Figur 13 zeigt einen Durchschnitt durch die hinteren zwei Hügel vom erwachsenen Menschen nach Meynert, *pp* stellt darin die Masse des Fusses der Grosshirnschenkel dar, begrenzt nach oben durch die Substantia nigra. Figur 14 zeigt einen analogen Schnitt von Cercopithecus griseo-viridis, Figur 15 einen solchen vom Haushunde, Figur 16 einen solchen vom Meerschweinchen. An diesen, den Gehirnen von Thieren entnommenen Durchschnitten ist die Region, welche Meynert als Analogon der Substantia nigra des Menschen betrachtet, gleichfalls durch Punktirung kenntlich gemacht.

Wenn wir die Brücke betrachten, so sehen wir den Fuss des Hirnschenkels in dieselbe eingehen. Die Entwickelung der Brücke ist also auch wesentlich von der Entwickelung des Fusses des Gehirnschenkels abhängig. Je massenhafter der Fuss des Hirnschenkels ist, um so höher ist auch die Brücke. Die Pyramiden endlich sind eine Fortsetzung der Fasern des Fusses des Hirnschenkels: sie sind also um so stärker, je grösser die Masse des Hirnschenkels, also auch je massenhafter die Hemisphären sind. Beim Menschen drängen sie deshalb die Oliven nach den Seiten hin, indem sich ihre Masse in der Mitte entwickelt. Bei den Säugethieren dagegen sind sie dünner, so dass die Oliven hinter den Pyramiden liegen, und da sie schmäler sind, so kommt jederseits von den darunter liegenden Querfasern noch eine Partie zum Vorschein, der man den Namen des Corpus trapezoides gegeben hat.

Es fragt sich nun weiter, welche Veränderungen bei Thieren eintreten, wenn man die Hemisphären des grossen Gehirns, im engeren Sinne des Wortes, abträgt? Niedere Wirbelthiere sind zu Beobachtungen hierüber wenig geeignet, da sich bei ihnen der Verlust des Gehirns zu wenig in äusseren Erscheinungen ausprägt. Ein enthirnter Frosch verhält sich, wie wir schon gesehen haben, Reizen und Eindrücken gegenüber, einem unversehrten sehr ähnlich. Erwachsene Säugethiere sind zu diesen Versuchen auch nicht geeignet, weil sie zu rasch zu Grunde gehen. Junge Säugethiere ertragen die Operation besser, aber sie überleben sie doch

nur einige Stunden. Dagegen kann man die Hemisphären des Grosshirns junger Vögel, Hühner, Tauben, abtragen und diese dann noch unbestimmte Zeit am Leben erhalten.

Die erste auffallende Erscheinung, die man bei der Operation wahrnimmt, ist die, dass die Thiere zwar Schmerz äussern, so lange man in den weichen und harten Schädeldecken schneidet, dass sie aber beim Einstechen in das Gehirn, ja bei der schichtweisen Abtragung der grossen Hemisphären sich vollkommen ruhig verhalten. Wenn das Huhn sich von der Operation einigermassen erholt hat, so ist es doch, namentlich in der ersten Zeit, schlafsüchtiger als ein Huhn, welches im Besitze seiner Hemisphären ist. Es sitzt den grössten Theil des Tages ruhig da, den Kopf unter einen Flügel gesteckt. Wenn es aufgeschreckt wird, läuft es umher, aber sein Gang hat, namentlich in der ersten Zeit, etwas Unbeholfenes, und es weicht Hindernissen nicht in der Weise aus wie ein normales Huhn. Steht ihm ein Hinderniss im Wege, so rennt es ganz nahe an dasselbe heran und macht eine plötzliche Wendung, um ihm auszuweichen. Anfangs muss den Thieren das Futter eingestopft werden, wenn sie am Leben erhalten werden sollen; später aber kann man sie dahin bringen, dass sie wieder selbst fressen, wenn sie dies auch nicht mit solcher Geschicklichkeit thun wie andere Thiere. Man muss ihnen das Futter immer sehr reichlich hinwerfen, dann stossen sie dazwischen herum und bringen so viel in sich hinein, als zu ihrer Ernährung nothwendig ist.

Auffallend ist die Herabsetzung der moralischen Eigenschaften eines solchen Thieres. Es verliert seine Initiative. Während es keine Zeichen von Furcht gibt, mangelt ihm andererseits das, was wir Muth und Entschlossenheit nennen. Es mangelt ihm z. B. der Entschluss, auch von einer ganz mässigen Höhe herabzuflattern. Ein normales Huhn würde sich nicht wie ein Falke auf der Hand herumtragen lassen, es würde sofort herabfliegen. Das operirte Huhn aber bleibt ruhig sitzen, und wenn man es reizt, kneipt, bewegt es sich hin und her, schlägt mit den Flügeln und kommt, nachdem es endlich heruntergeflattert, in unbeholfener Weise zu Boden.

Wie verhält es sich mit dem Bewusstsein und den Sinneswahrnehmungen eines solchen Thieres? fragen wir zunächst, empfindet ein solches Thier Schmerz? Wenn man das Huhn kneipt, fängt es an zu flattern und sucht zu entfliehen. Man hat auch enthirnte Thiere zum Schreien gebracht. Man hat daraus geschlossen, dass sie Schmerz empfinden. Man sieht aber leicht ein, dass dies durch die Erscheinungen nicht bewiesen wird. Denn diese können ebensogut als Reflexbewegungen ausgelöst worden sein, und zwar nicht nur das Schlagen mit den Flügeln, sondern auch das Schreien, ohne dass Schmerz zum Bewusstsein kömmt. Longet beruft sich auf die Kläglichkeit, mit der die Thiere schreien. Dies ist aber offenbar ein Missverständniss, denn die grössere oder geringere Kläglichkeit des Schreiens hängt nur von der Art und der Energie der Reflexbewegungen, die ausgelöst werden, ab. Wenn wir einen Menschen kläglich schreien hören, dann wissen wir allerdings, dass er bedeutende Schmerzen habe, denn ein Reiz, der im Stande ist, eine derartige Reflexbewegung auszulösen, wird ihm sicher auch einen heftigen Schmerz verursachen. Beim Thiere, das keine Hemisphären hat, kann

sehr wohl dieselbe Reflexbewegung ausgelöst werden, während möglicher Weise von der Empfindung gar nichts zum Bewusstsein gelangt. Denselben Maassstab müssen wir bei der Beantwortung der Frage anlegen, ob das Thier sieht. Es ist sicher, dass die Pupille auf Lichtreize noch reagirt. Wir werden später sehen, dass dies ganz natürlich ist, weil der Reflexherd zwischen Opticus und Oculomotorius im Mesencephalon liegt, und wir dem Thiere nur die Hemisphären des Grosshirns genommen haben. Das Thier folgt nach Longet's Versuchen den Bewegungen einer brennenden Kerze, die man im Dunkeln vor seinen Augen bewegt, und hieraus hat man geschlossen, dass das Thier sehe. Nach der Ausdehnung aber, die wir an den Reflexacten kennen, können wir diese Bewegungen auch als einen blossen Reflexact ansehen. Wir wissen daraus keineswegs, ob das Thier eine wirkliche, bewusste Gesichtsempfindung habe.

Ebenso verhält es sich mit den Gehörsempfindungen. Das Thier schrickt bei einem plötzlichen Geräusche zusammen, dies ist aber wieder als ein blosser Reflexact zu erklären. Ich glaube ferner, an jungen Hühnern, die schon seit längerer Zeit operirt waren, und die ich wieder an freiwillige Nahrungseinnahme zu gewöhnen suchte, bisweilen bemerkt zu haben, dass das Thier leichter nach dem Futter zu stossen, leichter zu fressen begann, wenn ihm die Körner mit Geräusch vorgeworfen wurden, als dann, wenn man ihm das Futter leise hinschob. Man könnte das als Folge einer bewussten Gehörsempfindung ansehen. Man muss sich aber sagen, dass es auch hier nicht festgestellt ist, dass dem Thiere etwas von den Zwischengliedern, die hier zwischen der Gehörsempfindung und dem Aufpicken der Körner lagen, zum Bewusstsein kommt, sondern dass sich nur eine natürliche Kette von der Ursache zur Wirkung zwischen diesen beiden Erscheinungen hergestellt hat. Die Geruchsempfindung ist nach allen gut angestellten Versuchen vollständig verloren gegangen. Magendie fand freilich, dass die Thiere noch zurückwichen, wenn ihnen Essigsäure oder Aetzammoniak vorgehalten wurde. Diese wirken aber nicht blos auf den Olfactorius, sondern auch auf den Trigeminus, indem sie sehr heftige Gefühlsempfindungen und Reflexe vom letzteren aus auslösen. Wenn also das Thier sich davon abwendete, so beweist dies nicht, dass ihm noch Empfindungen vom Olfactorius zukamen. Ueber Geschmacksempfindungen existiren keine Versuche, die ein sicheres Resultat ergeben haben. Auf die Bewegungen äussert die Abtragung der Hemisphären des Grossgehirns je nach der Art des Thieres einen verschiedenen Einfluss. Wir haben Frösche ohne Hemisphären des Grossgehirns sich ebenso bewegen sehen wie andere. Wir haben beim Huhne Aehnliches gesehen. Menschen dagegen werden oft in Folge verhältnissmässig unbedeutender Verletzungen einer Hemisphäre hemiplektisch, und zwar stets so, dass die gelähmte Seite diejenige ist, auf welcher sich die gesunde Hemisphäre befindet. Wir werden später noch sehen, welche Partie der grauen Hirnrinde bei diesen Hemiplegien die Hauptrolle spielt. Ausserdem macht nach Meynert Zerstörung des Linsenkerns immer und unter allen Umständen hemiplektisch, und wir werden später sehen, dass dies nicht nur in Meynert's aus anatomischen Thatsachen geschöpften Anschauungen und in seinen Leichenbefunden, sondern auch in den von Nothnagel an Thieren angestellten Versuchen seine Begründung findet.

Die Intelligenz, von der wir gesehen haben, dass sie herabgedrückt ist, wenn beide Hemisphären verkümmert sind, kann merkwürdiger Weise erhalten sein, wenn auch eine Hemisphäre in hohem Grade verkümmert ist.

In einem Pariser Krankenhause befand sich, nach der Erzählung Longet's, eine Kranke, die dort lange Zeit verpflegt wurde und dem ganzen Personale als sehr intelligent bekannt war. Sie war unvollkommen gelähmt an der linken Seite und bei ihrem Tode fand man die rechte Hemisphäre nur halb so gross als die linke. In einem anderen Krankenhause starb Vaquerie, ein Mensch von gewöhnlicher Intelligenz, er war hemiplektisch von Geburt an gewesen. Die rechte Hemisphäre fehlte, wie es im Obductionsberichte heisst, und der Raum war mit Flüssigkeit ausgefüllt. Ein sehr merkwürdiger Fall ist in Dalmatien von Dr. Kratter beobachtet worden. Ein Morlack aus dem Narenta-Districte, Ivan Mussulin, erhielt in einem Raufhandel einen Schlag mit einem Steine auf das Scheitelbein. Er stürzte nieder, stand aber wieder auf und erholte sich so schnell, dass er nach zwei Stunden auf die Prätur ging und selbst seine Klage einbrachte. Er wurde verbunden und befand sich zwanzig Tage lang ziemlich wohl, so dass er seinen gewöhnlichen Hantirungen und auch dem Boccespiele nachging. Er war immer guter Laune und vollkommen bei sich. Am 21. Tage ging er noch mit hinaus zum Boccespiele, fühlte sich aber nicht wohl und wollte nicht mitspielen, äusserte indess noch seine Meinung über die Art und Weise, wie die Kugeln fielen. Er war also zu dieser Zeit noch im Besitze seiner Intelligenz. Beim Nachhausegehen stürzte er nieder mit dem Ausrufe: „Es ist mir übel!“ und war in wenigen Minuten todt. Nach achtzehn Stunden wurde die Obduction von Dr. Kratter gemacht. Sie ergab, dass die Lamina vitrea des Scheitelbeines sternförmig zersplittert und die Splitter durch die Dura mater eingedrungen waren. Die ganze linke Hemisphäre war nach Dr. Kratter's mündlicher Mittheilung in eine eiterige, mit Blutstreifen durchzogene Masse verwandelt, in der graue Flocken von Gehirnsubstanz schwammen. Wir werden später sehen, dass, wenigstens so lange er ging und so lange er beide Arme willkürlich bewegte, gewisse Theile der Hemisphäre vermuthlich noch functionsfähig waren.

Auch die Folgen und die Tödtlichkeit der Gehirnverletzungen werden meistens in hohem Grade überschätzt. Der alte Anatom Carpi zog einem Knaben einen Nagel aus der Stirn heraus, der drei Querfinger tief eingedrungen war. Nichtsdestoweniger behielt derselbe seine Intelligenz. Er wurde vollkommen geheilt und gelangte, wie erzählt wird, später noch zu hohen Würden. Ein anderer merkwürdiger Fall ist in neuerer Zeit von einem amerikanischen Arzte, Dr. Halsted, im medicinischen Journal von Boston beschrieben worden. Ein siebzehnjähriger, kräftiger Jüngling wurde durch einen Theil seiner Flinte, der absprang, an der Stirn getroffen. Derselbe durchbohrte das Stirnbein und drang $4^1/_2$ Zoll weit in die Gehirnhemisphäre vor. Nach der Verwundung verlor der junge Mann keineswegs das Bewusstsein. Er sank nur auf Hände und Knie nieder und hörte durch einige Zeit einen anhaltenden Ton. Nach wenigen Augenblicken hatte er sich bereits wieder so weit erholt, dass er im Stande war aufzustehen, das Eisen aus der Stirne zu ziehen und sich das Blut abzuwischen. Hierauf hielt er sein Gesicht längere Zeit in einen

Teich und hatte endlich noch Kraft genug, sein Pferd zu besteigen und bis zu dem nächsten, eine englische Meile entfernten Hause zu reiten, wo er halb bewusstlos ankam. Die eingedrungenen Knochensplitter wurden extrahirt, die Wunde vernäht, und nach $2^1/_2$ Monaten war der Kranke wieder völlig hergestellt.

Den allerauffälligsten Fall theilt Longet (nach Quesnay: Remarques sur les plaies de cerveau) mit. Einem italienischen Lakaien fiel ein Stein auf den Kopf und schlug ihm ein Scheitelbein ein, so dass beim ersten Verbande ein Theil der hervorgequollenen Gehirnsubstanz abgetragen werden musste, was sich später bei Erneuerung desselben noch wiederholte. Am 18. Tage fiel er aus dem Bette, und dabei trat wieder Gehirnsubstanz heraus, die abgetragen werden musste. Am 35. Tage betrank er sich, riss den Verband und mit der Hand die hervorgequollene Gehirnsubstanz weg. Der behandelnde Arzt bemerkt, dass der Theil, welcher in der Wunde vorlag, schon nahe am Corpus callosum sein musste. Dennoch kam der Mensch mit dem Leben davon. Er blieb hemiplektisch, behielt aber seine Intelligenz.

Ueberhaupt ist bei theilweiser Zerstörung einer Hemisphäre keineswegs die gewöhnlichste Folge Verlust der Intelligenz, sondern Hemiplegie und epileptische Anfälle. Epileptische Anfälle bringt Meynert mit Degenerationen im Ammonshorne in Zusammenhang.

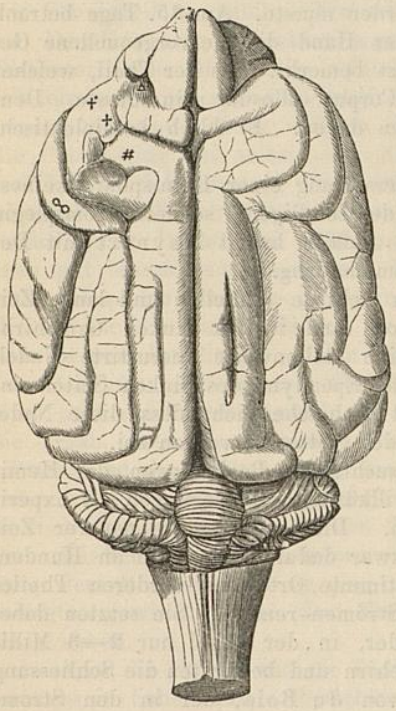
Auch fremde Körper können im Gehirne einheilen und lange Zeit darin aufbewahrt werden. Th. Simon fand in der linken Grosshirnhemisphäre einer 79jährigen Frau eine stellenweise incrustirte Nadel, welche mit ihrer Spitze bis unter das Ependym des linken Seitenventrikels reichte. Er hält es für höchst wahrscheinlich, dass diese Nadel ihr in frühester Kindheit in den Schädel gestossen worden sei.

Früher hatte man vergebens gesucht, die Beziehungen der Hemisphären des grossen Gehirns zu den willkürlichen Bewegungen auf experimentellem Wege näher zu erforschen. Dies ist erst in neuerer Zeit Fritsch und Hitzig gelungen, und zwar dadurch, dass sie an Hunden, denen sie das Gehirn blosslegten, bestimmte Orte des vorderen Theiles desselben mit schwachen elektrischen Strömen reizten. Sie setzten dabei die Elektroden sehr nahe nebeneinander, in der Regel nur 2—3 Millimeter von einander entfernt, auf das Gehirn und bewirkten die Schliessung und Oeffnung mittelst des Schlüssels von du Bois, der in den Stromkreis eingeschaltet war.

Sie fanden dabei zunächst am meisten nach vorn ein Centrum für die Nackenmuskeln (△), d. h. wenn sie (siehe Figur 17) an dieser Stelle reizten, bekamen sie Bewegungen in den Nackenmuskeln. Eine zweite Stelle (┼) fanden sie für die Dreher und Beuger des Vorderbeins. Eine dritte (+) für die Extensoren und Abductoren des Vorderbeins. Sie sehen also, dass hier für verschiedene Muskelgruppen des Vorderbeins in den Hemisphären des Grosshirns die Centren ganz nahe nebeneinander liegen. Ausserdem fanden sie ein Centrum (#), durch dessen Reizung sie Bewegungen des Hinterbeins auslösen konnten. Und endlich noch ein Centrum (o-o), in welchem sie Bewegungen in den Muskeln, die vom Nervus facialis versorgt wurden, auslösen konnten. Sie haben ausführlich gezeigt, dass ihre Resultate nicht etwa von Stromschleifen herrühren, die in die Tiefe gegangen wären und direct Nervenursprünge gereizt hätten.

das heisst Nervenursprünge im gewöhnlichen Sinne, Ursprünge aus Nervenzellen, die den grossen Nervenzellen der vorderen grauen Colonnen des Rückenmarks entsprechen. Es ist dies übrigens schon aus der Verschiedenheit der Erfolge ersichtlich, die sie durch Reizung der verschiedenen von ihnen bezeichneten Stellen erhielten. In späteren Untersuchungen hat Hitzig auch ein Centrum für die geraden Augenmuskeln gefunden, das mit dem Facialiscentrum zusammenfällt, und zwar mit dem mehr medianwärts gelegenen Theile desselben, von dem aus die Muskeln der oberen Gesichtshälfte erregt werden. Er fand ferner im Bereiche des Hinterlappens eine Stelle, deren Reizung Verengerung der Pupille der anderen Seite, deren Exstirpation Blindheit auf der anderen Seite hervorbrachte. Es ist lehrreich, diese Angabe mit der früherer Autoren zusammenzuhalten, welche glaubten bemerkt zu haben, dass Thiere, denen die ganzen Hemisphären abgetragen sind, noch sehen. Ich habe indessen schon früher darauf hingewiesen, wie unsicher der Schluss war, durch den sie zu dieser Ansicht gelangten. Offenbar liefen vom Opticus aus noch die Erregungen ab, für die der Hirnstamm genügte, aber die, welche ihren Weg durch die Hemisphären nehmen mussten, gingen verloren und mit ihnen die bewusste Vorstellung. Es fragt sich nun, was geschieht, wenn z. B. das Centrum für die Muskeln des Vorderbeines ausgeschnitten wird. — Dann tritt keine vollständige Lähmung des Vorderbeines der anderen Seite ein, sondern es wird noch bewegt, und zwar beim Laufen ähnlich wie das andere, nur mit weniger Sicherheit. S. Exner hat experimentell nachgewiesen, dass Theile, deren Bewegung im Leben doppelseitig combinirt ist, auch von der Hemisphäre derselben Seite erregt werden können. So erhielt er bei Kaninchen von der Hirnrinde aus nicht nur Bewegung der Pfote der anderen Seite, sondern auch Bewegung der Pfote derselben Seite. Dies geschah selbst noch nach Durchschneidung des Balkens.

Fig. 17.



Daraus und aus den vom Hirnstamme ausgehenden Erregungen erklärt es sich, dass ein so operirter Hund noch mit allen vier Beinen läuft. Aber das Thier hatte keine klare Vorstellung mehr von der Lage des einen Vorderbeines. Wenn man das Vorderbein der nicht gelähmten Seite in irgend eine ungewöhnliche und unbequeme Lage brachte, so setzte der Hund das Bein in die gewöhnliche Lage. Wenn man dies dagegen mit dem anderen Vorderbeine that, so liess es der Hund darin, und erst bei einer zufälligen Bewegung wurde es später wieder in eine

gewöhnliche Lage zurückgebracht. Ganz ähnliche Erfahrungen hat Nothnagel an Kaninchen gemacht, nachdem er die der Stelle (+ +) entsprechende Partie durch Injection von concentrirter Chromsäure zerstört hatte. Merkwürdig ist es, dass in seinen Versuchen die Störung nur wenige Tage dauerte, während sie bei Hitzig's Versuch noch nach 28 Tagen bestand. Die durch Chromsäure zerstörte Partie konnte nicht wieder functionsfähig geworden sein. Es musste sich also auf einem anderen Wege ein Rapport zwischen Empfindung und Bewegung hergestellt haben. Die Wechselwirkung zwischen beiden findet ja auch im normalen Zustande nicht stets auf dieselbe Weise statt. Wir stellen uns vor, dass die Bewegung unserer Glieder auf zweierlei Weise regulirt wird: erstens durch reflectorische Vorgänge, bei welchen von der Kette der Ursachen und Wirkungen, welche abläuft, nichts zum Bewusstsein kommt, und zweitens durch bestimmte willkürliche Impulse, bei welchen die Glieder absichtlich hierhin und dorthin bewegt werden, und das würden die Bewegungen sein, die hier ganz an der Oberfläche des Gehirns, in dem grossen Projectionsfelde, um mit Meynert zu reden, vermittelt und ausgelöst werden.

Es haben diese Versuche einigermassen einen Schlüssel zu einer anderen räthselhaften Erscheinung gegeben, die man vor längerer Zeit beobachtet hat, nämlich der Erscheinung der Aphasie. Man hatte beobachtet, dass manche Individuen nach plötzlichen Anfällen oder auch bei allmälig fortschreitenden Erkrankungen in einen Zustand kommen, bei dem sie zwar ihr Bewusstsein haben, bei welchem auch ihre Zunge nicht geradezu gelähmt ist, da sie sie noch bewegen, in dem sie aber doch nicht sprechen können. Wenn sie etwas sagen wollen, bringen sie es nicht heraus, gibt man ihnen aber ein Papier, so können sie es bisweilen noch aufschreiben. Bouillaud und nach ihm andere Aerzte haben beobachtet, dass diese sogenannte Aphasie im Zusammenhange mit Störungen, namentlich mit linksseitigen, im Vordertheile des Grossgehirns vorkommt, und nach Meynert ist es ausser dem der Sylvi'schen Grube anliegenden Theile des Stirnhirns die Insel und die Vormauer, deren Degeneration Aphasie nach sich zieht. Die Aphasie im engeren Sinne, bei der die Kranken das, was sie, trotzdem sie ihre Zunge frei bewegen können, nicht sagen können, aufzuschreiben im Stande sind, scheint namentlich mit Zerstörungen in der dritten Stirnwindung zusammenzuhängen. Bei derselben findet sich die Zerstörung in der Regel in der linken Hemisphäre. Da, wo eine Zerstörung, die nur die rechte Hemisphäre betraf, Aphasie gemacht hatte, waren es Individuen, die man als Linkshänder gekannt hatte. Man glaubt deshalb, dass diejenige Hemisphäre, welche vorzugsweise die Hantirungen dirigirt, sei es die linke oder die rechte, auch vorzugsweise und massgebend die Impulse für die Sprechbewegungen aussendet. Wenn man das in derselben Weise betrachtet wie diese Bewegungserscheinungen, so kann man sich sagen: Die Zunge des Menschen ist nicht gelähmt, er hat auch im Allgemeinen noch seinen Verstand, aber es fehlen ihm die Mittelglieder zwischen seinen Vorstellungen und zwischen den Sprachbewegungen. Er kann die mit seinen Vorstellungen verknüpften Impulse nicht auf diejenigen Nervenbahnen übertragen, welche eben die Zunge in die entsprechenden Bewegungen versetzen können, und darin ist dieser an und für sich so räthselhafte und seltsame Zustand der Aphasie begründet.

Man hat als einen wesentlichen Einwand gegen die Deutung der Hitzig'schen Reizversuche angeführt, dass man dieselben Bewegungen noch erhalte, wenn man das bezügliche Stück der Hirnrinde ausschneidet und den Grund der Wunde reizt. Ich sehe nicht ein, wieso? Man reizt dann die Fasern, welche in radialer Richtung von der Hirnrinde ausgehen. Man braucht nur anzunehmen, dass es hier wie bei den centrifugalleitenden peripheren Nerven für die Qualität des Erfolges gleichgiltig ist, ob man sie an ihrem Ursprunge oder in ihrem Verlaufe reizt.

Nothnagel hat an der Aussenseite der grossen Hemisphäre und ein wenig weiter nach vorn als das Centrum (+ +) beim Kaninchen eine Stelle gefunden, deren Zerstörung mittelst Chromsäure das Thier unvollkommen hemiplektisch macht. Die Hemiplegie zeigt sich, wie bei allen centralen Lähmungen, an den Gliedern der unverletzten Seite. Hatte Nothnagel diese Stelle auf beiden Seiten zerstört, so sass das Thier regungslos da und liess seine Glieder widerstandslos in die verschiedensten Lagen bringen. Wenn es gekniffen wurde, wackelte es bei seinen Versuchen zu entfliehen haltungslos hin und her. Aehnliche Erscheinungen sah Nothnagel, nachdem er Chromsäureherde in der weissen Markmasse der Hemisphären, namentlich im hinteren Theile derselben, in der Nachbarschaft des Cornu ammonis angelegt hatte. Endlich hat Nothnagel nahe der hinteren Spitze der Hemisphäre und innerhalb derselben einen Punkt gefunden, dessen Verwundung überaus heftige Sprungbewegungen auslöst. Dieselben dauern einige Minuten und lassen dann nach. Sie sind offenbar Folge der Reizung, nicht Folge der Zerstörung eines Gebildes.

Nachdem so der Einfluss bestimmter Theile der Hemisphären des grossen Gehirns auf combinirte Bewegungen nachgewiesen; nachdem in der grauen Rinde derselben bestimmte psychomotorische Centra, oder, wenn man lieber will, psychomotorische Regionen entdeckt waren, handelte es sich darum, die Oertlichkeit derselben am Menschenhirn festzustellen. Es gelang dies, indem man in Fällen von Verletzung oder von beschränkter Erkrankung der grauen Hirnrinde den Leichenbefund sorgfältig mit den im Leben beobachteten Erscheinungen verglich. Es waren, nachdem Hitzig auch hievon zuerst den Weg gezeigt hatte, namenlich französische Aerzte, und unter ihnen besonders Charcot und Pitres, welche mit Eifer und Erfolg denselben verfolgten.

In neuerer Zeit hat S. Exner dieses Feld kritisch bearbeitet. Er schliesst nicht allein aus dem Zusammenfallen gewisser Störungen mit gewissen Verletzungen auf ihren Zusammenhang, er berechnet auch in Procenten, wie oft in einer gegebenen Anzahl von Fällen eine solche Coincidenz statthatte und wie oft nicht. Er untersucht ferner, welche Hirnpartien immer und unter allen Umständen intact waren, wenn ein bestimmtes Symptom, z. B. Lähmung des rechten Armes, nicht vorhanden war. Er gewinnt dadurch die Ueberzeugung, dass die psychomotorischen Impulse für die Armbewegungen mit Nothwendigkeit aus dieser Region stammen, und nennt sie das absolute Rindenfeld des rechten Armes. Dieses absolute Rindenfeld für den rechten Arm erstreckt sich über den Lobulus paracentralis, den Gyrus centralis anterior, dessen unteres Ende es aber nicht erreicht, und den Gyrus centralis posterior, von dem es sich noch auf den Lobulus parietalis superior hin erstreckt (für die Benennungen siehe die nach Ecker bezeichneten Figuren: 18, 19, 20, 21). Ein analoges,

Fig. 18.

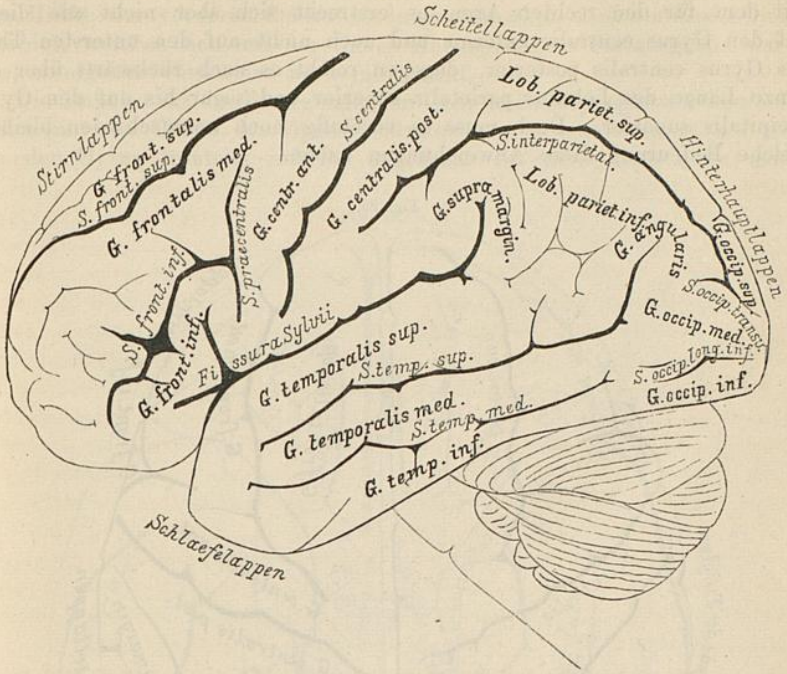
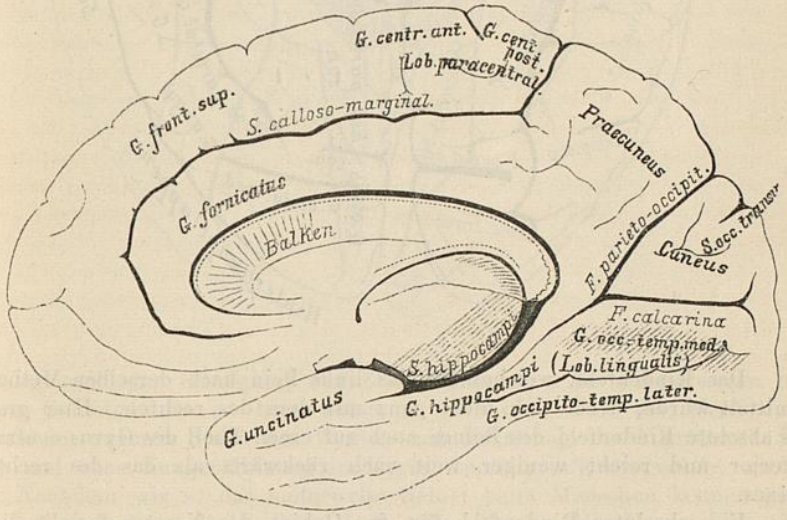


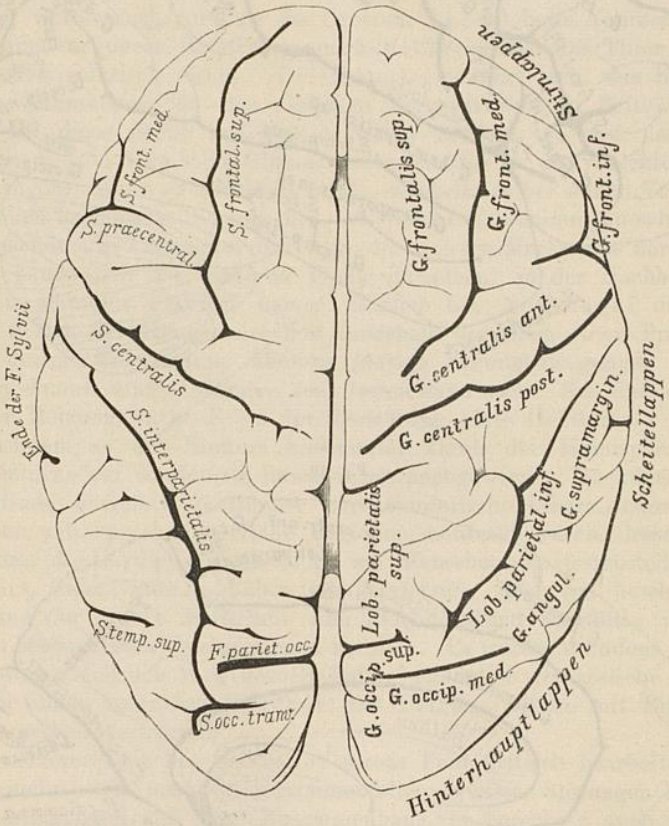
Fig. 19.



aber kleineres absolutes Rindenfeld ergab sich für den linken Arm auf der rechten Hemisphäre: Es nahm nur den Lobulus paracentralis ein, dann den obersten Theil der hinteren Centralwindung und die vordere Centralwindung ziemlich bis zu derselben Tiefe, bis zu der auf der linken Hemisphäre das absolute Rindenfeld für den rechten Arm reichte.

Das absolute Rindenfeld für das rechte Bein deckt sich grossentheils mit dem für den rechten Arm, es erstreckt sich aber nicht wie dieses auf den Gyrus centralis anterior und auch nicht auf den untersten Theil des Gyrus centralis posterior, dagegen reicht es nach rückwärts über die ganze Länge des Lobulus parietalis superior und sogar bis auf den Gyrus occipitalis superior. Doch muss es vorläufig noch unentschieden bleiben, welche Bedeutung diese Abweichungen haben.

Fig. 20.



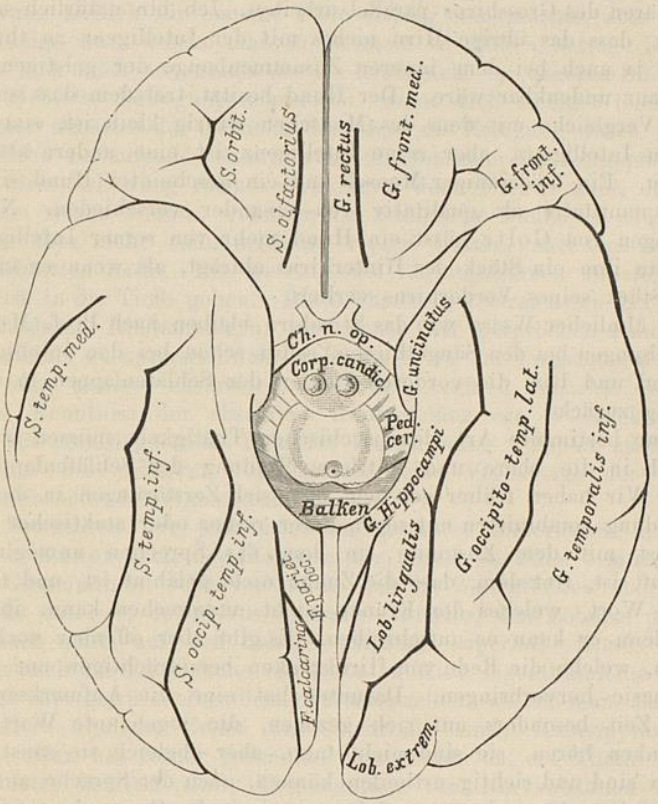
Das Rindenfeld, welches für das linke Bein nach derselben Methode ermittelt wurde, deckt sich nicht ganz mit dem des rechten. Hier greift das absolute Rindenfeld des Beines auch auf einen Theil des Gyrus centralis anterior und reicht weniger weit nach rückwärts als das des rechten Beines.

Ein absolutes Rindenfeld für das Gebiet des Nervus facialis liess sich nach der erwähnten Methode nur auf der linken Hemisphäre ermitteln. Es lag im mittleren Theile des Gyrus centralis anterior, in der Höhe der Einmündung des Sulcus frontalis inferior in den Sulcus praecentralis. Für die rechte Hemisphäre war insoferne kein solches erweisbar, als in einem Falle von Hemiplegie nach der Krankengeschichte der Nervus

facialis nicht betheiligt war, während doch die Zerstörung sich auf die untere Hälfte der vorderen Centralwindung erstreckte; also voraussichtlich das Gebiet, welches sich auf der linken Hemisphäre als Facialisgebiet darstellte, wenigstens theilweise noch mit betraf.

Die Impulse für die Bewegungen im Gebiete des Hypoglossus scheinen aus dem unteren Theile des Gyrus centralis anterior zu kommen, da, wo er an den Gyrus frontalis inferior angrenzt. So wenigstens muss man

Fig. 21.



urtheilen nach der Häufigkeit von Zungenlähmungen bei Zerstörungen in diesem Gebiete. Es ist hier daran zu erinnern, dass der Herd der Aphasie im engeren Sinne des Wortes mit Erhaltung des Wortverständnisses und ohne Zungenlähmung im Gyrus frontalis inferior gesucht wird.

Nachdem wir so das motorische Gebiet beim Menschen kennen gelernt haben, welches Fritsch und Hitzig für den Hund experimentell ermittelten, muss es uns auffallen, wie klein beim Hunde das Gebiet ist, welches wir nach der Analogie mit dem Menschen als das Stirnhirn bezeichnen müssen, wenn wir derselben Nomenclatur wie Hitzig folgen. Schon hierdurch müssen wir auf die Vermuthung gebracht werden, dass im Stirnhirn etwas zu suchen sei, was beim Menschen ungleich stärker

entwickelt ist als beim Hunde, und wir müssen zunächst daran denken, ob hier nicht die complicirteren geistigen Processe ablaufen, welche wir beim Hunde nicht in gleicher Weise voraussetzen können. Wir werden in dieser Vermuthung dadurch bestärkt, dass bei mangelhafter Entwickelung oder theilweiser Zerstörung des Stirnhirns auf beiden Seiten auch die Intelligenz geschädigt ist. Dass dies nicht oder doch nicht immer der Fall ist, wenn die Zerstörung nur auf einer Seite vorhanden ist, lässt sich dahin erklären, dass wir, so weit nicht die Wahrnehmungen und die Bewegungen unserer beiden Körperhälften in Betracht kommen, mit beiden Hemisphären des Grosshirns parallel arbeiten. Ich bin natürlich nicht der Meinung, dass das übrige Hirn nichts mit der Intelligenz zu thun habe, wie dies ja auch bei dem inneren Zusammenhange der geistigen Thätigkeiten ganz undenkbar wäre. Der Hund besitzt, trotzdem dass sein Stirnhirn im Vergleiche mit dem des Menschen winzig klein ist, einen hohen Grad von Intelligenz, aber seine Intelligenz ist eine andere als die des Menschen. Ein blödsinniger Mensch und ein gescheidter Hund sind nicht sowohl quantitativ als qualitativ von einander verschieden. Nach den Erfahrungen von Goltz büsst ein Hund mehr von seiner Intelligenz ein, wenn man ihm ein Stück des Hinterhirns abträgt, als wenn er ein gleich grosses Stück seines Vorderhirns verliert.

In ähnlicher Weise wie das Stirnhirn bleiben nach Prof. Meynert's Untersuchungen bei den Säugethieren, selbst schon bei den intelligenteren, wie Hund und Bär, die vorderen Partien der Schläfenlappen in der Entwickelung zurück.

Eine bestimmte Art der psychischen Thätigkeit müssen wir wahrscheinlich in die obere und mittlere Windung des Schläfenlappens versetzen. Wir haben früher gesehen, dass sich Zerstörungen in der dritten Stirnwindung combinirten mit sogenannter reiner oder ataktischer Aphasie, das heisst mit dem Zustande, in dem das Sprechen unmöglich oder mangelhaft ist, trotzdem, dass die Zunge nicht gelähmt ist, und trotzdem, dass das Wort, welches der Kranke nicht aussprechen kann, ihm nicht fehlt; denn er kann es aufschreiben. Es gibt aber offenbar noch andere Ursachen, welche die Rede von Hirnkranken beeinträchtigen und eine Art von Aphasie hervorbringen. Darunter hat eine die Aufmerksamkeit in neuerer Zeit besonders auf sich gezogen, die sogenannte Worttaubheit. Die Kranken hören, sie sind nicht taub, aber obgleich sie sonst bei Bewusstsein sind und richtig urtheilen können, auch der Sprache an und für sich nicht beraubt sind, so verstehen sie doch das Gesprochene nicht. Es fehlt ihnen das Vermögen, den Sinn der Lautfolge zu combiniren, welche in ihrem Ohre abläuft. Diese Worttaubheit nun trifft ungewöhnlich häufig mit Zerstörungen in der oberen oder mittleren Windung des Schläfenlappens zusammen.

Wenden wir uns von diesen dem Verständniss schwerer zugänglichen Functionsstörungen noch einmal zurück zu den Bewegungsstörungen und zu den aus ihnen erschlossenen motorischen Rindenfeldern, so sehen wir, dass dieselben nicht wie Areale neben einander liegen, von denen das eine an das andere angrenzt, sondern dass sie einander theilweise decken. Es weist dies darauf hin, dass die Nervenzellen, welche Impulse für verschiedene Muskelpartien geben, bis zu einer gewissen Ausdehnung einzeln oder in kleineren Gruppen unter einander gemengt vorkommen.

Ausserdem fand Exner in Uebereinstimmung mit früheren Beobachtern, dass in vielen Fällen auch ausserhalb des absoluten Rindenfeldes gelegene Zerstörungen Lähmungen in dem diesem Rindenfelde angehörigen peripherischen Gebiete hervorgerufen hatten. Besonders häufig lagen solche Zerstörungen in der nächsten Umgebung des absoluten Rindenfeldes, manchmal aber auch weiter davon entfernt. Der nächste Gedanke, den auch schon frühere Beobachter gehegt hatten, musste sein, dass hier während des Lebens fortgepflanzter Druck oder fortgepflanzte Circulationsstörung die Lähmung bedingt hatten. Aber Versuche an Thieren zeigten, dass diese Erklärung freilich für manche Fälle richtig sein mochte, aber keineswegs die einzige war, welche man in Betracht zu ziehen hatte. Durch Reize liessen sich auch ausserhalb des als Rindenfeld im engeren Sinne bezeichneten Gebietes Bewegungen auslösen, wenn auch weniger leicht. Es bot sich hier zunächst der Gedanke dar, dass die Erregung durch parallel zur Oberfläche verlaufende Fasern zum Rindenfelde hin fortgepflanzt werde. Aber diese Erklärung reichte nicht aus; denn Exner fand, dass er noch wirksam reizen konnte, wenn er die bezügliche Stelle umschnitten hatte, dass er aber nicht mehr wirksam reizen konnte, nachdem er die Stelle unterschnitten hatte. Die wesentlichen Leitungsbahnen mussten also doch zunächst in die Tiefe gehen. Diese Thatsachen veranlassen Exner, ausser den absoluten Rindenfeldern, von denen wir gesprochen haben, relative Rindenfelder zu unterscheiden, welche sich in der Umgebung der absoluten mehr oder weniger ausbreiten. Für den Arzt ist zunächst die möglichst genaue Kenntniss der absoluten Rindenfelder von Wichtigkeit, da ihm diese bei der Diagnose als Führerin dienen muss, wenn er auch mit Rücksicht auf die relativen Rindenfelder seine Vorhersage des eventuellen Obductionsbefundes einzuschränken hat.

Betrachten wir jetzt noch die absoluten motorischen Rindenfelder, die von Exner nach der Methode der negativen Fälle ermittelt sind, in ihrer Gesammtheit. Sie verbreiten sich im Wesentlichen über den Gyrus centralis anterior, den Gyrus centralis posterior, den Lobulus paracentralis und auch noch auf den Lobulus parietalis superior. Dieses Gebiet nun enthält nach der Entdeckung von Betz in Kiew eigenthümliche pyramidenförmige oder gewürznelkenförmige Nervenzellen, welche man, da sie grösser als andere ähnliche Zellen der Hirnrinde sind, Riesenpyramidenzellen nennt. Man hat ferner gefunden, dass gerade da, wo Theile dieses Rindengebietes zerstört sind, Degeneration von Nervenbahnen bis in die Pyramidenstränge des Rückenmarks, sogenannte absteigende Degeneration, vorkommt. Es liegt deshalb die Vermuthung nahe, dass in den Riesenpyramidenzellen die trophischen Centra und somit im physiologischen Sinne die wahren Ursprünge der motorischen Stabkranzfasern zu suchen seien. Die Willensimpulse hätten darnach folgende Wege zu machen: Riesenpyramidenzellen, psychomotorische Stabkranzfasern, deren Fortsetzung durch den Fuss des Hirnschenkels, Pyramiden, Decussation, Pyramidenstränge, Ganglienzellen der vorderen grauen Rückenmarkscolonnen, von denselben entspringende (Deiters-Fortsatz) motorische Nerven, Muskeln.

Die Aufnahme tactiler Erregungen scheint in denselben Regionen der Hirnrinde stattzufinden, von denen die psychomotorischen ausgehen. Ich sage scheinen. In allen Fällen, in denen sensible und motorische Störungen fehlten, zeigten sich der Gyrus centralis anterior und posterior

und der Lobulus paracentralis unverletzt. Es lässt dies zwar keinen bindenden Schluss zu, andererseits hat man aber keine Ursache gefunden andere Regionen als rein tactile anzusprechen.

Die Riechsphäre befindet sich nach den Versuchen von Munk bei Hunden im Gyrus hippocampi, die Hörsphäre im Schläfenlappen, für die Tonempfindungen in einem convexen Bogen um die Fissura postsylvii Owen. Mit der hinteren Partie dieser Region sollen die tieferen Töne gehört werden, mit den vorderen die höheren. Beim Menschen fehlt es hierüber noch an sicheren Beobachtungen, dagegen hat Ferrier nach Versuchen an Affen, die schon im Jahre 1875 angestellt wurden, die Hörsphäre zwar auch in den Schläfenlappen, aber in den oberen, an die Fossa Sylvii angrenzenden Theil desselben versetzt, in die obere sogenannte Temporo-Sphenoidalwindung.

Ueber die centrale Aufnahme von Gesichtseindrücken und über ihre Reproduction als Erinnerungsbilder hat Munk besonders ausgedehnte Untersuchungen gemacht. Er ist zu dem Resultate gekommen, dass diese Vorgänge in den Hinterhauptstheil des Grosshirns verlegt werden müssen. Wird bei einem Hunde ein kreisrundes Rindenstück von 15 Millimeter Durchmesser und 2 Millimeter Dicke an einer bestimmten Stelle des Hinterhauptlappens exstirpirt, so erkennt nach ihm das Thier ihm früher wohlbekannte Gegenstände nicht mehr. Der Grund liegt nach Munk darin, dass es deren Erinnerungsbilder nicht mehr reproduciren kann, weil ihr Ort in dem exstirpirten Theile war. Er nennt ein solches Thier seelenblind.

Nach einiger Zeit lernt ein solcher Hund wieder Gegenstände durch das Gesicht erkennen, aber er fixirt sie nicht mehr wie ein gesunder Hund mit den Augen. Es liegt dies nach Munk darin, dass er sich nicht mehr wie früher des mittleren Theiles seiner Netzhaut bedient, denn das Rindenstück, mit dem dieser verbunden war, ist ihm auf beiden Seiten genommen. Aber die Rindenpartien, mit denen die Seitentheile der Netzhäute, auf deren Bilder er früher so wenig achtete, wie wir es thun, und von denen ihm deshalb keine Erinnerungsbilder geblieben waren, verbunden sind, besitzt er noch. Nun sieht er mit diesen Seitentheilen und erwirbt dadurch neue Erinnerungsbilder, nach denen er die Gegenstände erkennt.

Schälte Munk einem Affen von beiden Hinterhauptlappen in ganzer Ausdehnung die Hirnrinde ab, so wurde er bleibend blind. Was geschah, wenn er dies nur auf einer Seite that? Dann sah der Affe nur noch mit einer Hälfte jeder Netzhaut, und zwar, wenn die Zerstörung links war, mit der rechten, wenn die Zerstörung rechts war, mit der linken. Es sind darnach beim Affen beide Hinterhauptslappen mit beiden Augen verbunden, und dies ist nach Munk auch beim Hunde der Fall, wenn auch die Verbindungen mit dem Auge derselben Seite weniger reichlich vorhanden sind als beim Affen. Dies zuerst beim Affen gewonnene Resultat hat dadurch einen besonderen Werth, dass auch beim Menschen mehrere Fälle von Blindheit auf gleichnamigen Netzhauthälften, der rechten oder der linken beobachtet sind, in denen die Obduction eine Zerstörung im gleichnamigen Hinterhauptslappen nachwies. Allerdings sind auch Fälle beobachtet worden, in denen mit einer krankhaften Veränderung in einem Occipitallappen Blindheit auf einer ganzen Netzhaut bei Erhaltung des Sehvermögens auf der anderen einherging. Auch ist es zwischen Munk und

seinen Gegnern strittig, was und wie viel man am Hinterhirn zerstören muss, um Blindheit zu erzeugen. Nach Ferrier muss man bei Affen ausser der Rinde des Hinterhauptslappens auch noch den das obere Ende der sylvischen Spalte umgreifenden Gyrus angularis wegnehmen. Wird eine solche Operation nur auf einer Seite ausgeführt, so entsteht Halbsehen (Visus dimidiatus, Hemianopsie), wie es Munk als Folge der Zerstörung der Rinde blos eines Occipitallappens beschreibt.

Wenn man nach derjenigen Rindenregion fragt, bei deren Erkrankungen am Menschen im Leben am häufigsten Sehstörungen beobachtet wurden, so liegt diese auch hier im hintersten Theile des Grosshirns. Es sind zunächst der Gyrus occipitalis superior und medius und dann die unter dem Namen des Cuneus bekannte, der Falx zugewendete Partie des Hinterhirns. Von da breitet sich die Region nach aufwärts noch auf einen Theil des Praecuneus, nach abwärts auf einen Theil des Gyrus occipito-temporalis medius aus. Auch auf der äusseren Oberfläche des Hirns ist das Feld nicht strenge begrenzt, indem auch oberhalb des Gyrus occipitalis superior und schon im Lobulus parietalis superior liegende Erkrankungen der Hirnrinde mit Sehstörungen verbunden waren.

Ueber den Fornix und das Corpus callosum wissen wir nichts Sicheres. Es muss bemerkt werden, dass ausgedehnte Degenerationen im Corpus callosum gefunden worden sind, ohne dass während des Lebens überhaupt etwas wahrgenommen wurde, das auf diese Degenerationen hätte bezogen werden können. Eine ganze Abtheilung von Säugethieren, die Beutelthiere, haben bekanntlich gar kein solches Corpus callosum, wie es dem Menschen zukommt.

Gehen wir zu den sogenannten Grosshirnganglien über. Als solche bezeichnet man den Sehhügel und das Corpus striatum in der weiteren Bedeutung des Wortes. Letzteres zerfällt wieder in den Linsenkern und in das Corpus striatum im engeren Sinne des Wortes, den sogenannten Nucleus caudatus, den in den Ventrikel hineinragenden oberen und inneren Theil. Zwischen beiden liegt die sogenannte Capsula interna mit dem Fusse der Strahlenkrone Reil's, mächtigen Bündeln markhaltiger Fasern, welche von den Hirnschenkeln aus sich fächerförmig ausbreitend durch die Hemisphären gegen die Gehirnrinde hinziehen.

Wenn Nothnagel beide Linsenkerne mittelst Chromsäure zerstört hatte, so sassen die Thiere stundenlang absolut regungslos da, wenn sie in den Schwanz gekneipt wurden, machten sie einen Sprung, um dann eben so regungslos wie früher zu bleiben. Auch zum Fressen waren sie nicht zu bringen. Selbst wenn man ihnen eine Rübe zwischen die Zähne steckte, knapperten sie nicht daran. Dass ein Kaninchen noch aufrecht dasitzt, nachdem ihm beide Linsenkerne zerstört sind, und selbst fortspringt, wenn es gekneipt wird, während der Mensch bei einem Bluterguss in den Linsenkern hemiplektisch umfällt, ist nicht wunderbar, denn erstens muss der Mensch bei seiner aufrechten Stellung viel mehr im Vollbesitze seiner Herrschaft über die Muskeln sein, um sich stehend zu erhalten, als das auf den Bauch und vier Beine gestützte Kaninchen, und zweitens sind die Ortsbewegungen beim Menschen mehr unter der Controle des Willens, weniger bedingt durch blos reflectorische oder automatische Wirkungen, das heisst durch Wirkungen, deren Kette nicht durch die Hirnrinde, sondern nur durch den Hirnstamm, theilweise sogar nur durch das Rückenmark läuft. Truthähne und Strausse rennen, obgleich sie wie

der Mensch nur zwei Stützpunkte haben, bekanntlich noch eine Strecke fort, nachdem sie geköpft worden sind, indem sich die Ursachen für die nöthigen Muskelcontractionen noch eine Reihe von Malen in ihrem Rückenmarke reproduciren.

Der automatische Charakter der Ortsbewegungen zeigte sich beim Kaninchen noch in auffallender Weise in einem anderen Versuche, den Nothnagel angestellt hat. Im vorderen Theile des Streifenhügels im engeren Sinne, im Nucleus caudatus, liegt ziemlich oberflächlich eine Stelle, deren Verwundung, wie schon Magendie sah, heftige Laufbewegungen zur Folge hat, und die Nothnagel deshalb als Nodus cursorius bezeichnet. Nothnagel verwundete diese Stelle an Kaninchen, denen er vorher beide Linsenkerne mittelst Chromsäure zerstört hatte, und sah noch dieselben Laufbewegungen eintreten.

Die vom Hirnstamme kommenden sensiblen Bahnen scheinen zumeist zwischen Linsenkern und Nucleus caudatus, in der sogenannten Capsula interna als Strahlenkrone Reil's zur Hirnrinde zu ziehen, wenigstens ist dies das Resultat, zu dem Türk, Charcot und Veissier durch ihre Erfahrungen geführt worden sind. Es ist hier der Ort, daran zu erinnern, dass ich schon mehrmals darauf aufmerksam gemacht habe, wie man sich bei Versuchen über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein bewusster Empfindung nicht durch Reflexbewegungen täuschen lassen darf. Thiere, bei denen die erwähnten Bahnen durchschnitten sind und die auf Reize noch combinirte Bewegungen ausführen, sind deshalb noch keine Thiere, die empfinden. Es scheinen sensible und motorische Bahnen hier hart neben einander zu verlaufen, denn C. Wernicke fand bei einer Erkrankung im dritten Gliede des Linsenkerns und in der inneren Kapsel zwischen Linsenkern und Nucleus caudatus gar keine Sensibilitätsstörung, aber obere und untere Extremität der anderen Seite vollständig gelähmt. Dagegen fand Fr. Müller in Graz für eine halbseitig totale Anästhesie der Haut und der tieferen Theile bei der Obduction keine andere Ursache als einen an der Spitze des dritten Gliedes des Linsenkerns liegenden und von da in die anliegende Markmasse eingreifenden erbsengrossen, ins Gelbliche entfärbten, gelockerten, stellenweise ganz zerfliessenden Herd. Motorische Lähmung war nur vorübergehend vorhanden gewesen. Nach Charcot und Brissaud ist im vorderen Schenkel der inneren Kapsel ein Bündel centrifugalleitender Fasern enthalten, welche den medialsten Theil des Hirnschenkels bildet.

Die Physiologie des Nucleus caudatus ist, abgesehen von dem bestimmten Erfolge, der auf Verletzung des Nodus cursorius eintritt, noch ziemlich dunkel. Nothnagel versuchte den Nucleus caudatus auf beiden Seiten mittelst der Nadel möglichst vollständig zu zerstören. Die auffallendste und constanteste Erscheinung war erhöhte Erregbarkeit gegen äussere Eindrücke, namentlich gegen Gesichts- und Gehörseindrücke, und im Zusammenhange damit scheue Sprung- und Laufbewegungen.

Nicht weniger dunkel ist die Physiologie der Thalami optici. Die Effecte bei ihrer Verwundung fallen offenbar verschieden aus, je nach der Verletzung der Sehhügelmasse im engeren Sinne des Wortes und je nach der Verletzung der den Sehhügel durchsetzenden Hirnschenkelbahnen. Oberflächliche Verwundungen bleiben oft ganz ohne sichtbaren Erfolg. Bei tiefer greifenden Zerstörungen sind Ablenkung der Beine der gesunden

Seite, namentlich des Vorderbeines, nach innen, grössere oder geringere Motilitätsstörungen auf der unverletzten Seite und anomale Stellung des Kopfes, auch der Wirbelsäule, beziehungsweise sogenannte Manègebewegungen nach der unverletzten Seite die am häufigsten beobachteten Erscheinungen. Wir werden von den letzteren noch bei der Verletzung der Grosshirnschenkel als solcher sprechen.

Christiani fand beim Kaninchen in den Thalami optici, und zwar im inneren Theile nahe dem Boden des dritten Ventrikels, und den Corpora quadrigemina eine Region, deren Reizung Stillstand in der Inspirationslage, beziehungsweise inspiratorisch vertiefte und beschleunigte Athmung hervorrief.

Das Mesencephalon mit seinen unter dem Namen der Corpora quadrigemina bekannten Hervorragungen ist für uns zunächst wichtig als Reflexcentrum für die Augenbewegungen und für die Veränderungen, welche die Pupille erleidet, einerseits indem der Sphincter pupillae reflectorisch vom Nervus opticus erregt wird, und andererseits indem sie mit den Augenmuskeln Mitbewegungen hat.

In Rücksicht auf die Bewegungen der Augen sind von Dr. E. Adamük aus Kasan im Laboratorium von Donders Versuche angestellt worden, deren Resultate ich hier mit dem Wortlaute des Verfassers mittheile: „Das Hauptergebniss dieser Versuche ist, dass beide Augen eine gemeinschaftliche motorische Innervation haben, welche von den vorderen Hügeln der Corpora quadrigemina ausgeht. Der rechte von diesen Hügeln regiert die Bewegungen der beiden Augen nach links und der linke die beider Augen nach rechts. Durch die Reizung der verschiedenen Punkte jedes Hügels kann man mannigfaltige Bewegungen hervorrufen, aber immer mit beiden Augen zu gleicher Zeit und in derselben Richtung. Wird länger gereizt, so dreht sich auch der Kopf nach derselben Seite wie die Augen. Wenn durch eine tiefe Incision die beiden Hügel getrennt sind, beschränkt sich die Bewegung nur auf die Seite der Reizung. Damit die Erscheinungen recht klar zu Tage treten, sollen die Augen vor der Reizung divergirend etwas nach unten stehen, wie sie sich im Ruhezustande leicht einzustellen pflegen. Dann stellen sich bei Reizung in der Mitte des vorderen Theiles der genannten Hügel, das ist bei der Commissura posterior, die Augen sogleich mit parallel gerichteten Axen ein. Wird die Reizung in der Mitte zwischen den vorderen Hügeln mehr nach hinten gemacht, so erfolgt Bewegung beider Augen nach oben, mit Erweiterung der Pupille. Diese Bewegung nach oben geht desto mehr in eine convergente über, je mehr nach hinten die Reizung stattfindet. Wenn wir den hinteren unteren Theil der vorderen Hügel reizen, so bekommen wir starke Convergenz mit Neigung nach unten. In noch stärkerem Grade bekommt man diese letzte Bewegung, wenn der Boden des Aquaeductus Sylvii gereizt wird“ (Anfang des Nervus oculomotorius). „Jede Bewegung nach innen und unten ist mit Verengerung der Pupille verbunden. Die Reizung der freien Oberfläche eines jeden Hügels gibt die Bewegung beider Augen nach der entgegengesetzten Seite, und dabei, es möge links oder rechts gereizt sein, um so mehr nach oben, je mehr wir nach innen, nach unten dagegen, je mehr wir nach aussen und unten reizen. Bei allen diesen Bewegungen bleibt die Pupille unverändert. Die Innervation der Bewegungen nach unten mit der Medianebene parallelen Axen hat

wahrscheinlich ihren Sitz an der Basis der Hügel. Eine solche Bewegung konnte ich aber nicht hervorrufen, was vielleicht der Zerstörung durch die Schnitte, welche zur Aufsuchung der Basis gemacht werden, zugeschrieben werden muss. Die gleichzeitige Reizung der beiden vorderen Hügel rief Bewegungen der Augen hervor, wie sie bei Nystagmus beobachtet werden. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass beide Augen in Betreff der Bewegungen ein untheilbares Ganzes darstellen, so dass man Gelegenheit hat zu sehen, wie Hering's Ausdruck ‚Doppelauge' den Sachverhalt gut ausdrückt." Es schliesst dies nicht aus, dass von der Hirnrinde auch Impulse ausgehen, welche nur ein Auge, das der anderen Seite, bewegen. In der That hat Hitzig bei seinen späteren Versuchen an Hunden eine Stelle gefunden, von der aus solche Bewegungen angeregt werden können. Sie liegt auf ziemlich engen Raum begrenzt in demselben Gebiete, von dem aus die Muskeln des oberen Theils des Gesichtes angeregt werden.

Indess sind normaler Weise unsere Augenbewegungen stets in der Weise combinirt, wie es das binoculäre Sehen verlangt, und ebenso ist dies bei den Hunden der Fall. Die auffälligste Unabhängigkeit beider Augen von einander zeigt das Chamäleon, das mit beiden Augen ganz verschiedene Fixationspunkte aufsucht und gelegentlich mit einem Auge nach aufwärts, mit dem anderen nach abwärts sieht.

Schon vor viel längerer Zeit hat Flourens angegeben, dass einseitige Lähmung der Iris auftritt und auch einseitige Blindheit, und zwar, wegen der Kreuzung der Sehnerven im Chiasma nervorum opticorum, auf der anderen Seite, wenn das Corpus quadrigeminum auf der einen Seite zerstört wird, und diese Angabe ist auch von anderen späteren Beobachtern bestätigt worden. In neuerer Zeit hat aber Knoll diesen Gegenstand wieder vorgenommen und ist zu etwas abweichenden Resultaten gekommen. Er fand, dass es nicht die eigentliche Substanz der Vierhügel im engeren Sinne des Wortes ist, deren Zerstörung diese Veränderung hervorbringt, sondern dass es nur die Verletzung des Tractus opticus ist. Man kann die Vierhügel zerstören; so weit man den Tractus opticus dabei nicht verletzt, tritt keine Lähmung der Iris und noch weniger Blindheit ein. Dagegen hat Knoll auf Reizung der Corpora quadrigemina Erweiterung der Pupille beider Seiten und am meisten der Pupille der Seite, an welcher gereizt wurde, beobachtet. Er leitet dies von Fortpflanzung der Reizung auf einen Theil des Rückenmarks her, welchen wir später kennen lernen werden als eine Region, durch welche Fasern gehen, die, in den Grenzstrang des Sympathicus übertretend, nachdem sie in demselben aufgestiegen sind, den Dilatator pupillae innerviren.

Ueber die centrale Anregung zur Verengerung der Pupille ist Folgendes bekannt.

Adamük, Hensen und Völkers konnten vom Boden des dritten Ventrikels die Pupille zur Contraction bringen, und zwar erhielten letztere, wenn sie von vorn nach rückwärts fortschritten, in der hinteren Partie des dritten Ventrikels angelangt zuerst Accommodation des Auges für die Nähe, dann Pupillenverengerung, dann Contraction des Rectus internus und beim Fortschreiten im Aquaeductus Sylvii Contractionen der übrigen Augenmuskeln. Sie befanden sich hier in der Nähe der Oculomotoriusursprünge, und in diese, nicht in die Corpora quadrigemina, verlegt Bechterew das Reflexcentrum für den Sphincter pupillae. Die oberflächlichen Schichten

der Corpora quadrigemina konnte er abtragen, ohne den in Rede stehenden Reflex aufzuheben. Ebensowenig wurde er aufgehoben durch Durchschneidung des Tractus opticus. Die excitomotorischen Fasern für denselben verlaufen nach Bechterew von der Netzhaut kommend und im Chiasma auf derselben Seite bleibend zu der grauen Substanz, welche den dritten Ventrikel umlagert, und so zu den Oculomotoriusursprüngen.

Durchschneidung eines Grosshirnschenkels unmittelbar vor dem Pons lässt das Thier auf die andere Seite fallen, obgleich die Glieder dieser andern Seite noch Bewegungen machen können. Anschneiden des einen Hirnschenkels macht sogenannte Manègebewegungen, d. h. das Thier geht nicht gerade aus, sondern macht einen Bogen nach der gelähmten Seite hin, so dass die Convexität des Bogens an der Seite liegt, an der man den Hirnschenkel angeschnitten hat. Das ist davon abgeleitet worden, dass die Glieder der andern Seite dem Thiere nicht mehr in der gewöhnlichen Weise zu Gebote stehen, und dass es deshalb mit den Gliedern derselben hinter denen der Seite, an welcher die Verletzung stattgefunden hat, zurückbleibt, und somit ein Bogen entsteht, der gegen die Seite, an der man den Schnitt gemacht, convex und gegen die andere concav ist. Man kann aber nicht sagen, in wie weit hier nicht Wahnvorstellungen, gestörte Raumvorstellungen mitspielen.

Wir wollen hieran einige andere derartige Bewegungen anschliessen, welche man unter dem Namen der statischen Krämpfe kennt. Die Querfasern des Pons gehen bekanntlich in die Hemisphären des kleinen Gehirns über. Es sind dies die sogenannten Crura cerebelli ad pontem. Durchschneidet man an einer Seite in einiger Entfernung von der Mittellinie diese Querfasern des Pons, oder das Crus cerebelli ad pontem, so wird das Thier auf einer Seite mehr oder weniger vollständig gelähmt und rollt nach dieser Seite hin um seine Axe. Die Drehung erfolgt immer nach der gelähmten Seite, aber die gelähmte Seite ist, wenn man in den hinteren Theil des Pons oder des Crus cerebelli eingeschnitten hat, die verwundete, wenn man dagegen in den vorderen Theil des Pons oder Crus cerebelli eingeschnitten hat, die entgegengesetzte. Auf oberflächliche Schnitte folgen statt der Rollbewegungen Manègebewegungen in demselben Sinne, indem das Thier dann noch im Stande ist, sich aufrecht zu erhalten und zu gehen.

Auch die Rollbewegungen hat man wie die Manègebewegungen lediglich aus der einseitigen Lähmung erklärt. Das Thier stürze um, stemme, um sich aufzurichten, die gesunden Glieder gegen den Boden, stosse sich dadurch ab, überschlage sich u. s. w. Es ist aber deshalb bedenklich, dergleichen Bewegungen nur aus völligen oder theilweisen Lähmungen zu erklären, weil man analoge Bewegungen an kranken Menschen kennt, bei denen von Lähmungen gar keine Spur vorhanden war, und bei welchen sich aufs Deutlichste ein ganz anderer Grund dieser Zwangsbewegungen herausstellte, und zwar eine unrichtige Vorstellung von der Relation ihres Körpers gegenüber den Aussendingen, so dass sie glaubten, sie müssten diese Bewegungen machen, um nicht hinzustürzen, Scheinbewegungen in ähnlicher Weise, wie sie beim Schwindel auftreten. Es kommt namentlich vor, dass ein Mensch bei Degeneration im Kleinhirn nach rückwärts läuft. Er ist dabei vollkommen bei Bewusstsein und gibt Rechenschaft, er müsse nach rückwärts laufen, weil er das Gefühl habe, er würde sonst

nach rückwärts hinstürzen. Es kommt auch vor, dass solche Kranke in Folge ähnlicher Wahnvorstellungen nach vorwärts laufen. Sie müssen dies thun, weil sie das Gefühl haben, dass sie sonst vornüber fallen würden. Ich habe ferner einmal auf der Abtheilung des verstorbenen Professors Türk eine Kranke gesehen, die nach einem heftigen Schreck, den sie im Jahre 1848 erlitten, von statischen Krämpfen befallen wurde. Das Mädchen, das anscheinend ganz gesund im Bette lag, wälzte sich von Zeit zu Zeit mit dem Ausdrucke der Angst nach einer Seite herüber: fragte man, warum sie das thue, so sagte sie, sie habe das Gefühl, als ob das Bett aufgehoben und umgedreht würde, sie müsse sich also nach der andern Seite wälzen, um nicht aus dem Bette zu fallen.

Es unterliegt hiernach keinem Zweifel, dass beim Menschen erfahrungsmässig Wahnvorstellungen subjectiv als Ursache erscheinen von Bewegungen, welche man als statische Krämpfe bezeichnet hat, und es ist wohl höchst wahrscheinlich, dass auch Thiere, wenn sie ähnliche Erscheinungen darbieten, von Wahnvorstellungen beherrscht werden. Da, wo der Einfluss der Wahnvorstellungen mit Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden muss, ist man noch nicht berechtigt, sich ohne Weiteres der Lähmungshypothese zuzuwenden. Es handelt sich allgemein genommen darum, dass eine Kette von Impulsen im Gehirn und durchs Gehirn abläuft, und dass in ihr, nicht in der Lähmung, die oft gar nicht vorhanden ist, die wesentlichen Ursachen liegen für den anomalen Typus der Bewegungen. Es wird von dem Wege dieser Kette und von dem jeweiligen Zustande des Gehirns abhängen, ob Glieder derselben als Wahnvorstellungen zum Bewusstsein gelangen, die dann von solchen Individuen, welche Rechenschaft geben können, als Grund der Bewegungen anerkannt werden. Es gibt vielleicht Rollbewegungen, welche blos davon herrühren, dass die eine Seite gelähmt ist, und dass das Thier sich mit der andern Seite aufrichten will. Aber alle Rollbewegungen kann man nicht so erklären, und auch nicht alle Manègebewegungen lassen sich ausschliesslich aus dem unvollkommenen Gebrauche der einen Hälfte der Extremitäten erklären, denn man sieht manchmal aus der bleibend abnormen Stellung des Kopfes der Thiere und der Verdrehung der Augen, dass dieselben von Wahnvorstellungen beherrscht sind, in welchen sie die Lage ihres Körpers zu den Aussendingen nicht richtig beurtheilen.

In sehr interessanter Weise kann man solche Zustände bei Thieren verfolgen, denen man das Gehirn gar nicht verletzt, sondern blos einen oder den andern Bogengang des Gehörorgans.

Flourens machte vor einer langen Reihe von Jahren die Entdeckung, dass Tauben, denen ein Bogengang angeschnitten wird, anomale Stellungen annehmen und anomale Bewegungen ausführen. Ich will hier einen Auszug aus den Resultaten, die Flourens erhielt, mittheilen, wie ihn Professor Goltz in Pflüger's Archiv gegeben hat. Hier heisst es: „Wenn man bei einer Taube den am oberflächlichsten gelegenen horizontalen Bogengang abschneidet, so macht das Thier unmittelbar darauf Bewegungen des Kopfes von rechts nach links und umgekehrt. Ueberlässt man hierauf das Thier sich selbst, so hören diese Bewegungen nach einiger Zeit auf. Sobald man aber denselben Bogengang auf der andern Seite auch durchtrennt, treten jene Bewegungen mit verstärkter Lebhaftigkeit auf. Setzt man die Taube auf den Boden, so dreht sie nicht

blos den Kopf nach rechts und links, sondern häufig folgt auch der Rumpf derselben Richtung, so dass das Thier rechts oder links sich im Kreise herumdreht. Die geschilderten Bewegungen gehen fast unaufhörlich vor sich. Hat sich das Thier beruhigt, so beginnen die Bewegungen sofort wieder, wenn die Taube in irgend einer Weise erregt wird. Je heftiger das Thier gereizt wird, um so stürmischer werden die merkwürdigen Bewegungen. Durchschneidet man bei einer Taube einen der senkrecht gerichteten Bogengänge, so macht das Thier auch Bewegungen des Kopfes, aber diese gehen jetzt in einer andern Ebene vor sich, als bei dem vorhin beschriebenen Versuch. Ein Thier mit durchschnittenen senkrechten Bogengängen bewegt den Kopf fortwährend von oben nach unten, oder von unten nach oben. Dem entsprechend hat es die Neigung sich vorwärts oder rückwärts zu überkugeln. Aehnlich wie im früher erwähnten Falle werden auch hier die Bewegungen lebhafter, wenn man das Thier irgendwie beunruhigt. Durchtrennt man mehr als einen Bogengang, so beobachtet man Störungen, welche sich zusammensetzen aus den verschiedenen Störungen nach Durchschneidung einzelner Bogengänge. Mögen nun die senkrechten oder wagrechten Bogengänge verwundet sein, immer verlieren die Thiere die Fähigkeit zu fliegen. Nur mit Mühe vermögen sie Nahrung selbstständig aufzunehmen. Sich selbst überlassen pflegen sie ungern den Standort zu wechseln. Machen sie eine freiwillige Fortbewegung, so wird die Erreichung eines Zieles durch jene sofort auftretenden Drehbewegungen des Kopfes und Rumpfes erschwert oder unmöglich gemacht. Man erhält dabei den Eindruck, als wenn die Thiere vom Schwindel ergriffen werden. Flourens hat verschiedene von ihm operirte Tauben Jahre lang am Leben erhalten, ohne dass sich in den räthselhaften Erscheinungen, die sie darboten, etwas geändert hätte. Die Drehungen des Kopfes treten übrigens erst dann ein, wenn man nach Durchtrennung der knöchernen auch die häutigen Bogengänge angeschnitten hat. Eine Verletzung, die sich auf die knöchernen, halbzirkelförmigen Kanäle beschränkt, führt die beschriebenen Störungen nicht nach sich. Wenn Flourens sich nicht damit begnügte, die Bogengänge zu durchschneiden, sondern grössere Stücke derselben ganz und gar zerstörte, so verloren die Thiere vollständig das Gleichgewicht, vermochten nicht einmal zu stehen, geschweige denn sich regelmässig fortzubewegen. Nach wilder Rollbewegung und Ueberkugelung gingen solche Thiere zu Grunde. Die beschriebenen räthselhaften Bewegungsstörungen liessen sich in ganz derselben Weise beobachten, wenn Flourens die Bogengänge bei Tauben verletzte, denen er einige Zeit vorher die Halbkugeln des grossen Gehirns fortgenommen hatte. Der Entdecker dieser wunderbaren Erscheinungen überzeugte sich ferner durch sorgfältige Prüfungen, dass Tauben mit verletzten Bogengängen fortwährend das Gehör behalten, während Thiere, bei denen man die Schnecken beschädigt, taub werden, ohne Bewegungsstörungen zu zeigen. Ausser an Tauben hat Flourens dieselben Versuche an vielen Vögeln der verschiedensten Arten mit demselben Erfolge wiederholt, und auch Kaninchen zeigten im Wesentlichen dieselben Störungen nach Verletzung der Bogengänge.“ Diese Angaben von Flourens sind bestätigt worden von Harless, Czermak, Brown-Séquard, Vulpian und Goltz. Goltz zeigte die in Rede stehenden Erscheinungen auf der Naturforscherversammlung zu Innsbruck und seitdem sind überall Tauben nach der Methode von Flourens

operirt und hier in Wien von Breuer ausführliche Untersuchungen an solchen angestellt worden. Besonders interessant ist es, zu sehen, wenn die Thiere den Kopf in der Weise verdrehen, dass die untere Seite des Schnabels nach oben gewendet ist, bisweilen mit solcher Beharrlichkeit, dass, wenn man ihnen Futter darbietet, sie dasselbe so aufnehmen, dass sie mit dem Kopfe verkehrt in das Futter hineingehen und die Körner erfassen. Wenn man übrigens solchen Thieren den Kopf eine Weile aufrecht erhält, so beruhigen sie sich, sie machen auch keine Anstrengungen den Kopf wieder in die alte Lage zurückzubringen. Man kann sie dann loslassen und sie halten den Kopf in seiner natürlichen Lage. Wenn sie aber gereizt werden, fangen sie an den Kopf wieder zu verdrehen, und haben sie dies gethan, so bleiben sie in dieser Lage, bis man sie wieder aufrichtet und beruhigt. Diese Erscheinung ist für uns von grosser Wichtigkeit. Sie zeigt, dass wir es nicht mit Zwangsbewegungen im eigentlichsten Sinne des Wortes zu thun haben, mit Bewegungen, bei welchen durch unwillkürliche Muskelcontractionen der Kopf in eine andere Lage gebracht würde, denn diese Muskelcontractionen müssten gefühlt werden, wenn man dem Thiere den Kopf hält. Dies ist aber nicht der Fall. Sie halten den Kopf vollkommen ruhig. Man kann die Hand wegnehmen und der Kopf bleibt in seiner Lage. Das Thier wird also durch Wahnvorstellungen dahin gebracht, den Kopf in dieser Weise zu verdrehen. Dafür spricht auch der Umstand, dass es, sobald es beunruhigt wird, den richtig gestellten Kopf in die falsche Lage zurückzuführen pflegt.

Schon vor den neueren Untersuchungen über unseren Gegenstand führte der französische Arzt Menière, gestützt auf die Angaben von Flourens, gewisse Bewegungsanomalien, die mit starkem Schwindelgefühl einhergingen, auf Störungen in den Bogengängen und im Gebiete des Nervus vestibuli zurück. Seine Ansicht hat sich seitdem vollständig bestätigt und man nennt das Leiden nach ihm die Menière'sche Krankheit. S. Exner hat dieselbe auch mehrmals an Kaninchen beobachtet. Sie ging von einer Eiterung in der Trommelhöhe aus. Das Gehirn war in allen Fällen vollkommen gesund.

Flourens fand, wie oben erwähnt, dass die Thiere, denen er auf beiden Seiten die Schnecke und den Schneckennerven zerstörte, ausnahmslos taub wurden, dass aber Zerstörung des Nervus vestibuli nicht den gleichen Erfolg hatte, wie auch mit der Menière'schen Krankheit nicht nothwendig Taubheit desselben Ohres verbunden ist. Er zog daraus den richtigen Schluss, dass der sogenannte Nervus acusticus aus zwei ganz verschiedenen Nerven bestehe, und dass nur der Nervus cochleae Gehörnerv sei. Vom Nervus vestibuli sagte er, er repräsentire ein neues Hirnnervenpaar, das unsere Bewegungen regulire. Beim Menschen sind beide Nerven in ihrem Stamme nicht getrennt, wohl aber in ihrem Ursprunge, indem der Gehörnerv ausschliesslich aus der Medulla oblongata, theils als Stria acustica, theils aus dem Tuberculum laterale hervorgeht, während der Nervus vestibuli in seinem centralen Verlaufe zu einem Theile in die Medulla oblongata, zum anderen bis in das kleine Gehirn verfolgt ist. Beim Schafe sind, wie Horbaczewski gefunden hat, beide Nerven, die sich auch durch die Beschaffenheit ihrer Fasern unterscheiden, in ihrem ganzen Verlaufe vollständig von einander getrennt, während beim Menschen nach Retzius der anatomische Ramus vestibuli nur den Utriculus, die Ampulla sagittalis

und die Ampulla horizontalis versorgt, der Ramus cochleae dagegen die Ampulla frontalis, den Sacculus und die Cochlea. Wir müssen also Flourens vollkommen beistimmen und können seine Angabe mit Breuer und Mach dahin erläutern, dass der Einfluss auf die Bewegungen dadurch geübt wird, dass der Nervus vestibuli uns unbewusst Sensationen zuführt über Beschleunigungen, die unserem Körper mitgetheilt werden, und über das Aufhören derselben. Der Nervus vestibuli hat auch in seinem Stamme eine Anhäufung von Ganglienzellen, ähnlich dem Wurzelganglion anderer sensibler Nerven. Es muss indessen bemerkt werden, dass uns solche Sensationen nicht ausschliesslich durch den Nervus vestibuli zukommen, sondern auch durch den Opticus und durch die sensiblen Nerven unserer Gliedmassen. Es ist bekannt, dass manche Rückenmarkskranke, bei denen die Sensibilität in den Beinen gesunken oder verloren gegangen ist, umfallen, wenn ihnen die Augen verbunden sind. Man muss aus dieser Thatsache weiter den Schluss ziehen, dass die Sensationen, die vom Nervus vestibuli ausgehen, uns nicht so prompt zukommen, wie es für die Erhaltung des Gleichgewichts ohne andere Hilfsmittel nothwendig ist, wenn wir nicht annehmen wollen, dass durch die Krankheit auch schon die Functionsfähigkeit der Nervi vestibuli gelitten hat, oder dass der Kranke wegen der Schwäche seines motorischen Systems mit Hilfsmitteln nicht ausreicht, die dem Gesunden genügen würden — Annahmen, die allerdings nicht von vornherein ausgeschlossen werden können. Gewiss ist nur, dass für das Gleichgewichtsgefühl und die Sicherheit der Ortsbewegungen die Integrität der Nervi vestibuli und ihrer Endapparate nothwendig ist; denn, wie oben erwähnt, zeigten die Tauben von Flourens ihre anomalen Bewegungen noch nach Jahr und Tag, nachdem also alle Reizungserscheinungen längst geschwunden sein mussten und nur die gesetzte Zerstörung noch in Betracht kam.

Ueber das kleine Gehirn haben wir nur dürftige Kenntnisse. Eines ist ausser Zweifel, das kleine Gehirn steht in einem gewissen Zusammenhange mit der Coordination der Bewegungen. Wir haben gesehen, dass ein Huhn, dem man die Hemisphären des grossen Gehirns abgetragen hat, seine Bewegungen im Allgemeinen noch in ähnlicher Weise coordinirt, wie ein unverletztes, dass es auf Kneipen mit Reflexbewegungen antwortet, mit Versuchen zu entfliehen, die ganz so geordnet sind, wie sonst. Ganz anders aber verhält es sich, wenn man ihm das Kleinhirn weggenommen hat. Ein solches Thier stolpert, fällt hin, wenn es gereizt wird, schlägt mit den Flügeln, strampft mit den Beinen, macht eine Reihe unregelmässiger Bewegungen, die keineswegs den Charakter der Zweckmässigkeit haben, wie man sie an Thieren sieht, die noch im Besitze ihres Kleinhirns sind. Nach den Versuchen, die Nothnagel an Kaninchen angestellt hat, handelt es sich dabei wesentlich um die Unterbrechung der Verbindung von Wurm und Kleinhirnhemisphäre in der Tiefe des Organs, beziehungsweise um gleichzeitige Zerstörung der tiefen Partien des Wurmes und der einen oder der andern Hemisphäre. In der oberen vorderen Partie des Wurmes oder auch an den Hemisphären können Verletzungen hervorgebracht werden, die als solche keine Coordinationsstörungen zur Folge haben.

Es ist wohl mehr als wahrscheinlich, dass das Coordinationscentrum im Kleinhirn im Zusammenhange steht mit der aus dem Kleinhirn kommenden Wurzel des Nervus vestibuli, und dass Erregungen des Nervus

vestibuli auf dieses Centrum wirken. In wie weit aber bewusste Vorstellungen von Scheinbewegungen, wie sie z. B. beim Drehschwindel eintreten, Vorgängen im Kleinhirn, und in wie weit sie Vorgängen im Grosshirn entsprechen, ist unbekannt; jedenfalls ist letzteres mit betheiligt, da es Gesichtsempfindungen sind, die in der Wirklichkeit nicht entsprechende Vorstellungen umgesetzt werden.

Beim Menschen sind bei Degenerationen im Kleinhirn Coordinationsstörungen häufig, aber bei einseitigen und oberflächlichen Degenerationen nicht immer beobachtet worden. Häufig ist schwankender Gang: er ist wie der eines Betrunkenen. Der, bei dem der Gang durch eine Rückenmarksaffection unsicher geworden ist, bewegt sich geradlinig fort, zögernd und unsicher wie der Seiltänzer, der ohne Balancirstange das Seil entlang geht, oder er schleudert und stampft mit den Beinen, aber er beschreibt nicht wie ein Betrunkener und wie der Kleinhirnkranke im Gehen auf dem Boden eine Wellenlinie.

Zweitens hat man das kleine Gehirn mit den Geschlechtsfunctionen in Zusammenhang gebracht. Es sind einige pathologische Beobachtungen gemacht worden, die darauf hindeuten. Serres fand, dass bei apoplektischen Ergüssen ins Kleinhirn, speciell in den Wurm, Erection des Penis eintritt, und er hielt dies für so constant, dass er Erection des Penis bei apoplektischen Anfällen für ein sicheres Kennzeichen davon hielt, dass der Erguss in den Wurm stattgefunden habe. Ferner beobachtete Larrey, der berühmte Chefchirurg der napoleonischen Armeen, dass ein Soldat, dem in Egypten das kleine Gehirn verletzt worden war, sein Geschlechtsvermögen verlor und ihm die Hoden atrophisch wurden. Es hat sich indessen diese Theorie nicht halten lassen, wesentlich wegen einer Beobachtung, die in Paris im Hospice des orphelins gemacht wurde. Eine Kranke, eine gewisse Alexandrine Labrosse, die bis zu ihrem Ende der Onanie ergeben war, starb. Bei der Obduction wurde kein Kleinhirn gefunden, sondern an Stelle desselben Flüssigkeit und eine gallertartige, halbzirkelförmige Membran.

Verletzung des Wurms erzeugt bei Kaninchen, wie Eckhard nachgewiesen hat, reichliche Absonderung von sehr verdünntem Harn, sogenannte Hydrurie oder, wie man sich auch wohl ausdrückt, Diabetes insipidus.

Ich kann das Gehirn nicht verlassen, ohne der Setschenow'schen Theorie von dem grossen Hemmungscentrum zu erwähnen. Setschenow ist der Ansicht, dass sich in den unteren Theilen der Sehhügel, dann in den Corpora quadrigemina und zum Theil auch noch im obersten Ende der Medulla oblongata ein grosses Centrum befinde, von dem Hemmungsnerven ausgehen, welche die Auslösung von Reflexbewegungen erschweren, beziehungsweise hindern können. Die Versuche, welche er anstellte, um seine Lehre zu erweisen, sind folgende. Er macht einem Frosche zuerst einen Schnitt, durch den er die Hemisphären an ihrem hinteren Ende quer durchschneidet, so dass er den grössten Theil derselben abtrennt. Das hat nur den Zweck, dass das Thier keine willkürlichen Bewegungen in der Weise wie ein unversehrter Frosch mache. Ein solcher Frosch lässt die Beine herunterhängen. Nimmt man mit wenig Schwefelsäure angesäuertes Wasser (nur so, dass es sauer schmeckt) und hängt die eine Pfote hinein, so zieht er sie nach einigen Secunden heraus. Die Zahl derselben notirt

man. Dann schneidet man dem Frosche das Gehirn im oberen Theile der Medulla oblongata ab, und macht man jetzt denselben Versuch, so findet man, dass er dann nach kürzerer Zeit das Bein herauszieht, dass also die Reflexbewegung leichter ausgelöst wird. Man muss sich hier das Auslösen der Reflexbewegung in einer Weise denken, wie wir es später noch häufig kennen lernen werden, durch sogenannte Summirung der Reize: dadurch, dass ein schwächerer Reiz längere Zeit einwirkt, summiren sich die Wirkungen, so dass endlich die Reflexbewegung ausgelöst wird. Wenn die Reflexbewegung leichter erfolgt, so ist die Zeit, welche zu ihrer Auslösung erforderlich ist, kürzer, weil die zu erzielende Reizsumme kleiner ist. Jetzt nimmt er einen anderen Frosch und macht diesem einen Schnitt zwischen die Sehhügel und Vierhügel und bringt Kochsalz auf die Schnittfläche. Vorher hatte er die Zeit notirt, nach der er nach Abtragung der Hemisphären das Bein herauszog. Dann findet er, dass er das Bein langsamer herauszieht, so dass die Zeit, in welcher sich die Reize summiren, grösser ist als bei einem normalen Frosche. Er sagt: das eine Mal habe ich das ganze Hemmungscentrum vom Rückenmarke abgetrennt und deshalb ist die Reflexbewegung leichter erfolgt; das andere Mal habe ich das Hemmungscentrum durch Kochsalz chemisch gereizt, dadurch dasselbe erregt, es ist also die Reflexbewegung gehindert worden, der Reflex wurde später ausgelöst als unter normalen Verhältnissen.

Wir wollen hier nicht eingehen in die Controverse, zu welcher diese Lehre, gegen die namentlich Herzen aufgetreten ist, Veranlassung gegeben hat. Wir wollen nur ganz allgemein die Angabe festhalten, dass im Gehirne Centra enthalten seien, von denen Wirkungen ausgehen, welche die Auslösung von Reflexbewegungen erschweren oder verhindern können. Unzweifelhaft ist es, dass vom Gehirne aus Reflexbewegungen entgegengewirkt werden kann; das lehren die Erfahrungen des täglichen Lebens. Man kann bis zu einem gewissen Grade willkürlich das Husten unterdrücken, man kann sich bei schmerzhaften Empfindungen des Schreiens erwehren u. s. w. Aber man kann bis jetzt nicht sagen, dass das Bereich dieser Gegenwirkungen beim Menschen mit Bestimmtheit begrenzt wäre, und die Apparate und die Bahnen, in denen sie ablaufen, sind nicht mit Bestimmtheit bekannt. Es ist auch die Mechanik dieser Hemmungen nicht immer dieselbe. In überaus zahlreichen Fällen findet die Hemmung an der Peripherie statt, indem Antagonisten der Muskeln, welche die Reflexbewegung ausführen sollen, contrahirt werden, oder indem die Reflexbewegung durch sonstwelche mechanische Mittel verhindert wird, wie z. B. wenn wir die Lippen nicht nur zusammenpressen, sondern sie auch mit den Zähnen festhalten, um nicht zu lachen.

Sehen wir von diesen bewussten Hemmungen ab und bleiben bei dem seiner Hemisphären beraubten Frosche stehen, so bietet unser Gegenstand der Betrachtung noch eine andere Seite dar.

Man muss die von Setschenow und von Herzen beobachteten Erscheinungen in Zusammenhang bringen mit denjenigen, welche Brown-Séquard und Türk schon früher nach halbseitiger Durchschneidung des Rückenmarks beobachtet hatten. Türk fand, dass pathologische Entartungen in der Weise in beiden Seiten des Rückenmarks fortgeschritten waren, dass sie beiderseits über die Mittelebene hinausgingen. Sie lagen dabei noch verhältnissmässig nahe aneinander. Hier müsste also jede directe, auf der-

selben Seite verbleibende Längsleitung irgendwo unterbrochen sein, und doch war während des Lebens keine Erscheinung vorhanden, die darauf hindeutete. Es könnte hienach auf den ersten Anblick scheinen, als ob die Leitung im Rückenmarke keine bestimmte, im Allgemeinen vorgeschriebene Bahnen hätte, sondern dass sie auf jeder beliebigen Bahn im Rückenmarke fortzuschreiten vermöchte, so lange nur noch eine Substanzbrücke vorhanden ist, durch die sie hindurchgehen kann. Man könnte hierbei an das Gerlach'sche Netz von Nervenfasern denken, das das ganze Rückenmark durchsetzt. Aber dieser auffallende Befund und der Gegensatz desselben zu den Erscheinungen im Leben hängt offenbar damit zusammen, dass sich im Laufe der Zeiten, ebenso wie sich die Degenerationen bildeten, auch neue Nervenbahnen gebildet haben, auf welchen nun Impulse fortgeschritten sind, die im gesunden Rückenmarke diese Wege nicht nahmen. Dies geht daraus hervor, dass man andere Resultate erhält, wenn man am Rückenmarke Schnitte anlegt.

Wenn man einem Frosche die eine Hälfte des Rückenmarks bis zur Mittelebene durchschneidet, so wird das Bein an der Seite, wo der Schnitt im Rückenmarke gemacht wurde, unvollkommen gelähmt; dies sagt also, dass die Kreuzungen der Bahnen, welche vom Gehirne zu den motorischen Nerven gehen, verhältnissmässig hoch oben stattfinden, und dass dann die motorischen Bahnen auf derselben Seite verlaufen, auf der sich die Ganglienkörper befinden, die den motorischen Nerven derselben Seite als Ursprung dienen. Wie steht es nun mit der Empfindlichkeit? Dasselbe Verfahren, welches später Setschenow anwandte, um die Reflexerregbarkeit zu untersuchen, nämlich das Eintauchen der Zehen des Frosches in sehr verdünnte Schwefelsäure, wendete damals schon Türk bei Fröschen an, denen er das Rückenmark in der früher angegebenen Weise durchschnitten hatte. Er fand, dass das Bein der anderen Seite unterempfindlich war, d. h. dass dieses später als im normalen Zustande aus der verdünnten Schwefelsäure herausgezogen wurde. Dieselbe Unterempfindlichkeit an der unverletzten Seite zeigte sich auch bei Kaninchen. Wenn man diesen die Halbscheid des Rückenmarks durchschnitten hat, wird das Bein derselben Seite unvollkommen gelähmt, das der anderen Seite wird unterempfindlich. Beim Kneipen der Haut zeigen sich später Schmerzensäusserungen, als im normalen Zustande.

Fragt man, was dies bedeute, so kann man nichts Anderes antworten, als dass sensible Bahnen kurze Zeit, nachdem sie in das Rückenmark eingetreten sind, auf die andere Seite sich begeben und dann in dieser Seite nach aufwärts laufen, so dass durch den Schnitt Hautnerven der anderen Seite ausser Communication mit dem Gehirne gesetzt wurden.

Wie verhält sich aber das unvollkommen gelähmte Bein in Rücksicht auf seine Empfindlichkeit? Es erweist sich sowohl bei den operirten Fröschen, als bei den operirten Kaninchen als überempfindlich. Der Frosch zieht dieses Bein nach kürzerer Zeit aus der verdünnten Schwefelsäure heraus, als er es früher gethan hat. Das Kaninchen äussert schon bei mässigem Kneipen der Haut Schmerzen, und wenn man dieselbe unter stärkerem Drucke zwischen den Fingern wälzt, so schreit es laut, wie es ein gesundes Thier unter gleichen Umständen nicht zu thun pflegt. Wir haben also hier eine ähnliche Ueberempfindlichkeit, wie sie sich bei dem Setschenow'schen Versuche zeigte. Es werden Reflexbewegungen auf der

verletzten Seite leichter ausgelöst, und zwar nicht nur durch chemische, sondern auch durch tactile Reize. Beim Frosche könnte man dies so erklären, dass der Schnitt das Reflexcentrum vom Hemmungscentrum getrennt hat. Für das Schreien des Kaninchens aber ist diese Erklärung unzulässig, da hier das Reflexcentrum in der Medulla oblongata liegt, also durch den Schnitt im Rückenmarke nicht vom Hemmungscentrum getrennt sein konnte.

Auch an Menschen sind nach Verwundungen eines Seitenstranges des Rückenmarks analoge Erscheinungen beobachtet, in einzelnen Fällen sogar vollständige Anästhesie auf der einen Seite und Lähmung nebst Ueberempfindlichkeit auf der andern Seite. Auf der anästhetischen, also der nichtverwundeten Seite, war der Kraftsinn, das heisst das Unterscheidungsvermögen für zu hebende Gewichte immer erhalten. Es gibt dafür zweierlei Erklärungen: erstens die Annahme, dass die empfindenden Nerven der tieferen Theile im Rückenmarke andere Wege gehen als die Hautnerven, und zweitens die Annahme, dass der Patient die Gewichte schätzt nach der Grösse der Intentionen, der Willensimpulse, welche er braucht, um sie zu heben, ähnlich wie ein Billardspieler die Kraft seines Stosses schon im Voraus abmisst, noch ehe ihm aus demselben irgend eine tactile Erfahrung erwachsen ist.

Beim Menschen scheinen die Hautnerven des Rumpfes eine ziemliche Strecke lang auf derselben Seite zu verlaufen. Dell'Armi sah einen jungen Menschen, der zwischen den Dornfortsätzen der Wirbelsäule und dem linken Schulterblatte durch einen Stich verwundet war. Das linke Bein war gelähmt, das rechte gefühllos; aber die Anästhesie reichte rechts nur bis zur Schenkelbeuge, von da nach aufwärts befand sie sich auf der linken Körperhälfte sowohl an der Bauch-, als an der Rückenseite.

In einem Falle, den Senator beschrieb, befand sich ein Herd in der linken Hälfte der Medulla oblongata, und hier war auch die Anästhesie am Rumpfe rechtsseitig, ebenso an der oberen und der unteren Extremität. Dabei war aber die linke Gesichtshälfte empfindungslos, was sich daraus erklärte, dass der Herd auch die linke aufsteigende Trigeminuswurzel umfasste.

Ueber den Grund der Ueberempfindlichkeit, der vermehrten Schmerzempfindlichkeit und der vermehrten Reflexerregbarkeit, auf der verwundeten Seite haben auch die Erfahrungen am Menschen keinen genügenden Aufschluss gegeben. Man weiss nicht, in wie weit sie in den einzelnen Fällen von dem durch gleichzeitige Durchtrennung vasomotorischer Nerven vermehrten Blutreichthum abhängig war, wie weit sie auf Reizerscheinungen, wie weit sie auf Lähmung zurückgeführt werden musste.

Bei Hunden scheinen nach den Versuchen von S. Stricker und N. Weiss verschiedene sensible Nerven einer und derselben Pfote in verschiedenen Höhen auf die andere Seite überzutreten. Ein Hund, bei dem Alles bis auf den linken Seiten- und Vorderstrang durchschnitten war, winselte bei starkem Druck auf die Hinterpfote, gleichviel ob es die rechte oder die linke war.

Wir gehen zu dem verlängerten Marke, zur Medulla oblongata über. Wenn man den Boden des vierten Ventrikels ansieht, so findet man unter den Querfasern des Acusticus, in der Mitte des Bodens des vierten Ventrikels, eine keilförmige Partie von weisser Substanz. Nach aussen davon sieht man in Gestalt eines Mottenflügels eine graue Partie liegen, Arnold's

Ala cinerea. Diese graue Partie ist der Kern, aus dem ein mächtiger Nerv, der Nervus vagus, hervorgeht. Die Partie von dieser Ursprungsstelle nach abwärts, beim Kaninchen etwa bis 3 Mm. nach abwärts, ist der sogenannte Lebensknoten von Flourens. Flourens fand, dass der plötzliche Tod, welcher eintritt, nachdem man an dieser Stelle eingestochen, von Sistirung sämmtlicher Respirationsbewegungen herrühre. Flourens hat sich mit der Physiologie dieser merkwürdigen Stelle der Medulla oblongata eingehend beschäftigt. Er fand, dass die Respirationsbewegungen fortdauern, wenn man das Centralorgan irgendwo oberhalb dieser Region durchschneidet, und dass dieselben theilweise fortdauern, wenn man das Rückenmark irgendwo unterhalb dieser Stelle durchschneidet. Es bleiben dann diejenigen Respirationsmuskeln in Thätigkeit, welche ihre Nerven aus Partien des Rückenmarks beziehen, die noch in Zusammenhang mit der Medulla oblongata, also mit dem Lebensknoten stehen. Es stellen dagegen diejenigen Respirationsmuskeln ihre Action ein, die ihre Nerven aus Partien des Rückenmarks beziehen, welche nicht mehr mit der Medulla oblongata in Zusammenhang stehen. Indessen stehen einige Angaben neuerer Zeit nicht ganz im Einklange mit den Resultaten von Flourens.

Prok. Rokitansky fand, dass Thiere, denen die Medulla oblongata durchschnitten ist, nach Einspritzung von Strychnin vorübergehend wieder Athembewegungen machen. Er glaubt, dass Athemcentra tiefer hinabreichen, die nach Trennung der Medullä oblongata nicht selbstständig functioniren, aber durch Strychnin vorübergehend angeregt werden. Auch die obere Grenze der Athmungscentra scheint noch nicht genau bekannt zu sein. Thiere, denen das Mark im Pons Varolii durchschnitten ist, athmen nach Prok. Rokitansky oft nur kurze Zeit, wenn die Athmung nicht von Zeit zu Zeit durch künstliche Respiration und die dadurch beschleunigte Circulation wieder angefacht wird. Auch hier lassen sich nach dem Aufhören der Athembewegungen durch Strychnineinspritzung neue hervorrufen. Athembewegungen in schwacher Strychninnarkose beobachtete auch Langendorf nach Abtrennung der Medulla oblongata. Seiner Meinung nach liegt das eigentliche Centrum für die rhythmischen Athembewegungen nicht in letzterer, sondern im Rückenmark. Er bringt es in Zusammenhang mit den Ganglienzellen, aus welchen der Phrenicus seinen Ursprung nimmt. Nach seinen und Prok. Rokitansky's Beobachtungen ist wohl die Thätigkeit rhythmisch auf das Zwerchfell wirkender Gebilde im Rückenmark sichergestellt, aber es ist dadurch nicht ausgeschlossen, dass diese Thätigkeit während des Lebens von der Medulla oblongata aus angeregt wird. Man muss beides streng auseinanderhalten, dann verlieren die alten Versuche von Flourens nichts von ihrer Bedeutung. In früherer Zeit, ehe man die Ludwig'sche Methode, Thiere mit Opium zu narkotisiren, kannte, und ehe man Aether, Chloroform, Chloralhydrat und andere Betäubungsmittel kannte, wurde für physiologische Zwecke häufig die Medulla oblongata durchschnitten und dann künstliche Respiration eingeleitet, um die Circulation im Gange zu erhalten und so an dem Thiere noch als an einem lebenden experimentiren zu können.

Ein anderes wichtiges Centrum im verlängerten Marke ist das für die vasomotorischen Nerven. Schon frühere Beobachtungen von Ludwig hatten darauf hingewiesen, dass im verlängerten Marke ein Centrum für die vasomotorischen Nerven sei, in der Weise, dass von demselben dauernd

Impulse ausgehen, denen die Gefässwände ihren Tonus verdanken, d. h. den normalen Contractionszustand ihrer Muskelelemente. Andererseits zeigte sich dieses Centrum auch als ein reflectorisches, indem durch Erregung desselben von der Peripherie aus Zusammenziehungen in den Gefässen hervorgerufen wurden. Nach den Untersuchungen, welche Owsjannikoff und später Dittmar im Ludwig'schen Laboratorium angestellt haben, ist über die Existenz eines solchen vasomotorischen Centrums in der Medulla oblongata kein Zweifel mehr vorhanden; zweifelhaft ist dessen untere Grenze, indem gewisse Versuchsresultate zu der Vermuthung geführt haben, dass auch noch weiter nach abwärts im Mark Apparate vorhanden sind, welche zur Regulirung des Tonus der Gefässwandungen dienen. Auch die obere Grenze ist nicht mit Sicherheit bekannt. Verletzungen und Extravasate im Pons, den Vierhügeln, in den Sehhügeln und Streifenhügeln haben veränderten Zustand der Gefässe der Haut, angeblich auch Blutungen in den Eingeweiden zur Folge gehabt. Die meisten Beobachtungen beziehen sich auf Gefässerweiterung auf der gelähmten Seite hemiplektischer Individuen; man weiss aber nicht, in wie weit man es hier mit directer Lähmung, in wie weit mit Reflexlähmung, das heisst mit hemmender, mit deprimirender Einwirkung auf das Centrum in der Medulla oblongata zu thun hatte.

Fig. 22.

Ein drittes singuläres Gebiet in der Medulla oblongata hat vor einer Reihe von Jahren Bernard gefunden. Er durchstach das verlängerte Mark an einer bestimmten Stelle und brachte dadurch künstlich Diabetes mellitus hervor. Er bediente sich hiezu eines meisselförmigen Instrumentes, das er später so modificirte, dass er von der in querer Stellung eindringenden Schneide desselben einen Dorn (Figur 22) ausgehen liess, der dazu diente, das Instrument nur bis zu einer gewissen Tiefe in die Medulla oblongata eindringen zu lassen, damit keine stärkere Verletzung hervorgebracht werde, als sie zur Erzeugung des Diabetes nöthig ist. Um den richtigen Punkt zu treffen, sucht Bernard bei einem Kaninchen die kleine flache Erhabenheit am Hinterhaupte auf, welche am Kaninchenkopfe mit Leichtigkeit zwischen den Ohren zu fühlen ist. Diese Erhabenheit hat nach hinten eine kleine Depression, die man gleichfalls durch die Bedeckungen leicht hindurchfühlen kann. In diese Depression stösst er den Meissel ein und führt ihn dann an der Rückwand des Hinterhauptes nach abwärts. Dadurch gelangt er mit dem Meissel zwischen Knochen und Kleinhirn hindurch, ohne dass letzteres verletzt wird, und nun dringt der Meissel in die Medulla oblongata ein. In Folge dieser Operation tritt Diabetes mellitus mit allen seinen Erscheinungen auf. Die Blase füllt sich rasch, der sich darin ansammelnde Urin ist zuckerhältig und die Secretion ist dauernd vermehrt. Die Thiere gehen theils zu Grunde, theils kommen sie davon. Es hängt dies von der Grösse der Verletzung ab, die sie erlitten haben. Bei den Thieren, die davon kommen, bessert sich der Diabetes und verschwindet endlich ganz, bei denen, die zu Grunde gehen, pflegt der Diabetes mellitus auch zu verschwinden, ehe sie sterben. Es ist sehr viel über die Ursache dieser Erscheinungen experimentirt worden, die, als sie bekannt wurden, das

grösste Aufsehen machten. Man glaubte zuerst, dass die Wirkung dieser mit dem Namen der Piqure bezeichneten Operation darin begründet sei, dass der Vaguskern getroffen und in Folge dessen der Respirationsact beeinträchtigt werde, dass deshalb der Zucker, der normaler Weise im Blute vorhanden, nicht wie gewöhnlich verbrannt werde, sich somit im Blute ansammle und durch die Nieren ausgeschieden werde. Bernard hat aber nachgewiesen, dass sich die Sache anders verhält. Erstens wird der Vaguskern nicht getroffen. Zweitens merkt man den Thieren keinerlei Beeinträchtigung ihrer Respiration an. Drittens kann die Respiration gesunder Kaninchen beeinträchtigt werden, ohne dass sie diabetisch werden. Endlich kann man die Vagi selbst durchschneiden, ohne dass dadurch Diabetes hervorgerufen wird. Allerdings sahen spätere Beobachter bisweilen nach Durchschneidung der Vagi am Halse Diabetes auftreten, aber dies beweist nichts für die erwähnte Ansicht, da Eckhard fand, dass dieser Diabetes rasch vorübergeht, und Bernard's Angabe bestätigte, dass Vagusreizung regelmässig Diabetes erzeugt. Der bei der Durchschneidung beobachtete vorübergehende Diabetes kann also bei seiner Inconstanz mit mehr Wahrscheinlichkeit von Reizung abgeleitet werden, die von der Durchschnittsstelle ausgeht. Es handelt sich also nicht darum, dass der Zucker, der normaler Weise ins Blut gelangt, nicht in der gewöhnlichen Weise verbrannt wird, sondern man muss vielmehr annehmen, dass eine ungewöhnlich grosse Menge von Zucker in das Blut hineingelangte. Es fragt sich nun, auf welche Weise dies geschieht. Es hat sich bis jetzt darüber keine bestimmte Meinung feststellen lassen, aber man hat Fingerzeige bekommen, durch welche Cyon und Adaloff zu einer Hypothese über die Ursache des Diabetes gelangt sind. Man hat gefunden, dass durch die Ausschneidung des Ganglion cervicale inferius Diabetes erzeugt wird, und zwar geben Cyon und Adaloff an, dass dies von einer Hyperämie, die in der Leber eintritt, herrühre. Sie glauben deshalb, dass die vasomotorischen Nerven der Leber, die ihr Centrum in der Medulla oblongata haben, durch die Rami communicantes aus dem Rückenmarke aus- und in den Sympathicus eintreten und so endlich zur Leber gelangen. In Folge der Lähmung dieser Nerven trete Hyperämie in der Leber ein, dadurch sei die reichlichere Zuckerbildung in derselben zu erklären und hieraus die grössere Zuckermenge im Blute, also der Diabetes. Sie geben an, dass dieser Diabetes nach Ausschneiden des Ganglion cervicale inferius ausgeblieben sei, wenn sie vorher den Splanchnicus durchschnitten hätten. Sie erklären dies so, dass durch die Durchschneidung des Splanchnicus, der bekanntlich die vasomotorischen Nerven für einen grossen Theil des chylopoëtischen Systems führt, die Blutbahnen im Darmcanale erweitert und so für das Blut gewissermassen ein so breiter Nebenweg eröffnet worden sei, dass das Ausschneiden des Ganglion cervicale inferius jetzt keine Hyperämie in der Leber hervorgebracht habe. Es muss übrigens bemerkt werden, dass nach blosser Durchschneidung des Nervus splanchnicus auch Diabetes beobachtet wurde, wenn auch nicht immer. Auch ist Eckhard auf Grund seiner Versuche den Ansichten von Cyon und Adaloff entgegengetreten.

Als ein merkwürdiges, aber auch bis jetzt ganz unerklärtes Factum ist hier nochmals Eckhard's Beobachtung zu erwähnen, dass reine Polyurie ohne Zuckerausscheidung entsteht, wenn man nicht die Medulla oblongata, aber den Wurm verletzt.

Auch nach Verletzung einzelner anderer Theile des Nervensystems, als dem von Bernard bezeichneten, hat man Zucker im Urin auftreten sehen, aber nicht mit derselben Regelmässigkeit. Andererseits sind mehrfach in ausgesprochenen Fällen von Diabetes mellitus beim Menschen durch die Obduction pathologische Veränderungen im Boden des vierten Ventrikels nachgewiesen worden.

Die Nerven.

Nervus oculomotorius.

Wir gehen nun zur Betrachtung der einzelnen Nervenbahnen über und machen den Anfang mit dem Nervus oculomotorius. Derselbe zeigt sich gleich bei seinem Ursprunge als ein motorischer Nerv. Er entspringt unterhalb des Aquaeductus Sylvii jederseits aus einem grauen Kerne, der in der Fortsetzung der vorderen grauen Colonnen des Rückenmarks liegt, und die Ganglienzellen, aus denen der Oculomotorius seinen Ursprung nimmt, entsprechen in ihrem Aussehen noch ganz denen, aus welchen die motorischen Rückenmarksnerven entspringen. Gleich bei seinem Ursprunge und am Kern selbst schliessen sich nach Duval dem Oculomotorius Fasern aus dem hinteren Längsbündel der Haube an, die vom Abducenskern der anderen Seite stammen. Duval vermuthet, dass sie ausschliesslich zum Rectus internus gehen und dessen Zusammenwirken mit dem Abducens der anderen Seite vermitteln. Andererseits ist von Gudden der Meinung, dass vom Oculomotoriuskern auch Fasern auf die andere Seite gehen. Wir haben schon früher gesehen, dass die Lendenanschwellung der rechten Seite bei einem Kaninchen, dem man in früher Jugend das rechte Hinterbein hoch oben amputirt hat, kleiner ist als die der linken. Nun nahm von Gudden einem jungen Kaninchen ein Auge mit allen seinen Muskeln heraus. Als es erwachsen war, tödtete er es und untersuchte das Gehirn. Der Oculomotoriuskern war auf beiden Seiten defect, am meisten natürlich auf der Seite, auf welcher das Auge herausgenommen war. Sein hinteres (unteres) Ende liegt unter dem lateralen Winkel des vierten Ventrikels. Nach aussen von ihm, lateralwärts, liegen die zum Austritt sammelnden sensiblen Trigeminusfasern. Der Oculomotorius läuft nach abwärts und tritt zu beiden Seiten nach innen vom Fusse des Hirnschenkels zu Tage. Er anastomosirt bei seinem Eintritte in die Augenhöhle mit dem ersten Aste des Trigeminus und nimmt hier die sensiblen Fasern auf, die er in seinem weiteren Verlaufe führt. Er theilt sich in zwei Aeste, einen kleinen oberen, welcher den Levator palpebrae superioris und den Rectus superior versorgt, und in einen grösseren unteren Ast für den Rectus internus, rectus inferior und obliquus inferior, der noch ausserdem die Radix brevis ad ganglion ciliare abgibt. Der Oculomotorius versorgt nicht blos die äusseren Muskeln des Auges, sondern auch zwei von den Binnenmuskeln desselben. Solche gibt es bekanntlich drei. Erstens den Musculus tensor chorioideae, der vom Rande der Hornhaut entspringt und dessen Fasern sich rückläufig an die Chorioidea ansetzen, der Muskel, welcher, wie wir sehen werden, die Accommodation des Auges für die Nähe vermittelt. Seine Nervenfasern sind nach Hensen und Völkers dem Ursprunge nach die vordersten aller