

XXIII.

Ueber das Verhältniss der Halbcirkeleanäle des Ohrlabyrinths zum Körpergleichgewicht.

Eine experimentell-pathologische Studie.

Von

Dr. H. Curschmann,
in Berlin.

I. Experimenteller Theil.*)

Die Gestalt, in der diese Arbeit vor den Leser tritt, ist eine ganz andere, als ich ursprünglich selber beabsichtigte. Die erste Veranlassung zu derselben bot mir ein später genauerer mitzutheilender Fall von Kopfverletzung, welcher neben beiderseitiger absoluter Taubheit zu höchst characteristischen Bewegungsstörungen geführt hatte. Ich

*) Die vorliegende Arbeit behandelt ausführlich die Resultate einer grossen Reihe von Experimenten, die ich in den ersten 8 Monaten des Jahres 1873 angestellt, und deren Hauptergebnisse ich bereits in ziemlich ausführlicher Weise in der „Deutschen Klinik“ (No. 3, 17. Januar 1874, Vorläufige Mittheilung) publicirt habe, nachdem ich schon vorher (im December 1873) dieselben unter Vorzeigung von Versuchstieren zum Gegenstande eines längeren Vortrags in der „Berliner Medicinisch-Psychologischen Gesellschaft“ gemacht hatte.

Ziemlich zur selben Zeit, wie ich, beschäftigten sich, ganz unabhängig von einander, eine ganze Anzahl anderer Forscher, Cyon, Mach, Breuer und Böttcher theils experimentell, theils theoretisch-speculativ mit demselben Gegenstande, ein glücklicher Zufall, der den betreffenden ohne Zweifel höchst difficulten Fragen in hohem Grade förderlich sein wird. — Aus äusseren Gründen bin ich erst jetzt in der Lage, den vorliegenden Aufsatz, dessen erster, experimenteller Theil bereits im Mai dieses Jahres vollständig in der vorliegenden Form niedergeschrieben war, zu publiciren. Ich habe auch absichtlich an der ursprünglichen Fassung desselben nichts ge-

beabsichtigte Anfangs, denselben in der gewöhnlichen Form casuistischer Mittheilungen zu publiciren und in der Epicerise nach den vorhandenen physiologischen Erfahrungen die Diagnose zu begründen, die ich auf eine durch beide Felsenbeine gehende Fissur der Schädelbasis mit beiderseitiger Läsion des Ohrlabyrinths, speciell der Halbirkelcanäle desselben gestellt hatte. Zu dieser Auffassung war ich hauptsächlich unter dem frischen Eindruck der geistvollen Arbeit von Goltz*) gekommen, die mich bereits zu einigen Controlversuchen an Tauben veranlasst hatte. Zur einfachen Begründung meiner Diagnose hätte ich mich vielleicht hiermit begnügen können. Als ich nun aber Verlauf und Ausgang sowie gewisse Details meines Falles näher in's Auge fasste und die ältere und neuere Literatur des Gegenstandes studirte, so warfen sich mir eine ganze Anzahl von Fragen auf, die sich nach dem Vorhandenen nicht genügend beantworten liessen. Goltz hatte in seiner Arbeit, durch die er die hochinteressante Frage der Vergessenheit entriss, sich die besondere Aufgabe gestellt: zu einer Erklärung darüber zu gelangen, in welcher Weise die Bogengänge ihren durch Floureens zuerst behaupteten Einfluss auf das Körpergleichgewicht geltend machten. Entsprechend seiner Intension, die hauptsächlich auf eine, freilich äusserst wichtige Seite der Frage gerichtet war, führte er vorzugsweise eine Art von Experimenten, möglichst ausgiebige Zerstörungen der Halbirkelcanäle aus, so dass man fast ausschliesslich über diese bei Goltz Aufschluss findet.

Floureens,**) der Entdecker der in Rede stehenden merkwürdigen Erscheinungen, hat fast nach allen Richtungen hin die Halbirkelcanäle und angrenzenden Theile des Labyrinths mit grösster Sorgfalt der experimentellen Prüfung unterworfen und für die Verletzungen

ändert, da derselbe nur die weitere Ausführung und speciellere Motivirung meiner früheren Veröffentlichung bezeichnen soll. Den epicritischen Theil des Aufsatzes habe ich mit Rücksicht auf die letzten Publicationen, namentlich diejenige von Böttcher (Archiv für Ohrenheilkunde, Band 9, Heft 1 und 2, 19. Juni 1874), dem meine ersten Mittheilungen vor Veröffentlichung der seinigen noch nicht bekannt gewesen zu sein scheinen, umgearbeitet und erweitert. Dass ich namentlich die wichtige Arbeit von Böttcher in dieser Weise noch berücksichtigen konnte, ist mir eine sehr angenehme Folge der Verspätung meiner zweiten Publication.

*) Ueber die physiologische Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths. Pflüger's Archiv für Physiologie. III. Jahrg. p. 172. ff.

**) Floureens, Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. II. Aufl. Paris 1842. p. 442 ff.

eines jeden einzelnen Bogenganges ganz bestimmte characteristische Erscheinungen angegeben. Aber war es schon an und für sich das ausserordentlich Frappante derselben, was sie mich nicht ohne eigene Wahrnehmungen hinzunehmen veranlasste, so waren es ausserdem noch die von Flourens daran geknüpften Sätze von der Correspondenz der Functionen je eines speciellen Bogenganges mit denjenigen je eines bestimmten der drei Kleinhirnschenkel, an der ich um so mehr zweifeln zu dürfen glaubte, als eigene Untersuchungen über die *crura cerebelli**) mir ganz abweichende Resultate ergeben hatten.

Auch unter den Autoren, die in Anschluss an die Flourens'schen Studien arbeiteten, herrscht, wenn auch fast alle Bewegungsstörungen als Folge der Verletzung der Bogengänge beschreiben, doch im Einzelnen keine volle Uebereinstimmung und diese Unsicherheit der Physiologen macht sich natürlich in der nicht unbedeutenden klinischen Literatur (Menière'sche Krankheit, mechanische Verletzungen u. s. w.) geltend. Weder bezüglich der Folgen der Läsion jedes einzelnen Canals consentiren die Autoren, noch sind sie über den Mechanismus der einzelnen Erscheinungen oder die Richtung der sogenannten Zwangsbewegungen einig. Keiner derselben hat übrigens die Sache wesentlich weiter als Flourens gefördert und manche, deren Urtheil öfter als maassgebend angeführt wird, sprechen sich so aphoristisch aus, dass man darauf nicht ohne Weiteres wird banen dürfen.

Unter diesen Umständen nahm ich mir vor, durch eigene, möglichst eingehende Untersuchungen eine selbstständige Stellung in der Angelegenheit zu gewinnen, und so ist denn aus der Anfangs beabsichtigten casuistischen Mittheilung eine wesentlich experimentelle Arbeit entstanden, zu der jene ihrem Umfange nach nur einen Anhang darstellt. —

Sämmtliche Versuche wurden an Tauben angestellt, den auch von den übrigen Experimentatoren zu diesem Zweck am meisten gebrauchten Thieren. Die Vögel eignen sich unter allen Warmblütern (und diese wird man wegen der Rückschlüsse auf den Menschen vorzugsweise benutzen) weitaus am besten zu unseren Experimenten, weil die in Frage kommenden Theile des inneren Gehörorgans bei denselben ohne Eröffnung des Schädelraums**) leicht er-

*) Curschmann, Beiträge zur Physiologie der Kleinhirnschenkel, Gießen 1868, und Klinisches und Experimentelles zur Pathologie der Kleinhirnschenkel, Deutsches Archiv für klinische Medicin, Bd. XII. 3. u. 4. (Doppelheft), p. 356 ff.

**) Auf die neuesten Mittheilungen von Schklärewsky komme ich nachher zurück.

reicht, und so bei einiger Vorsicht Läsionen des Gehirns und der Meningen vermieden werden können. Bei Hunden und Kaninchen würden diese kaum zu umgehen und in ihrem Einflusse auf die Resultate ganz unberechenbar sein. Flourens berichtet übrigens, was ich nicht unerwähnt lassen will, von Experimenten an diesen Thieren mit wesentlich gleichen Erscheinungen wie bei Vögeln.

Für meine eigenen Experimente hatte ich mir zunächst als Hauptaufgabe gestellt, Verletzungen der Bogengänge in der verschiedensten Ausdehnung, von der einfachen Durchschneidung bis zu totaler Elimination zu machen, und den Effect derselben an jedem einzelnen Bogen zu studiren, ferner Läsionen, gleiche und ungleiche, auf beiden Seiten auszuführen, zwei und drei Canäle gleichzeitig und schliesslich alle drei Canäle beiderseits zu entfernen. Einige andere Modificationen dieser Versuche und weitere Fragen, die sich im Verlauf derselben aufwarf en, finden noch später Erwähnung.

Die bis dahin geübten Versuchsmethoden schienen mir nicht genügende Sicherheit für reine Resultate zu bieten. Das gewöhnliche Verfahren war bekanntlich das, dass man nach ausgiebiger Entfernung der die Canäle bedeckenden Schädelpartie jene bloslegte, nun je nach Bedürfniss die knöchernen Bogen entweder einfach quer durchschnitt oder mehr oder weniger grosse Stücke derselben wegmeisselte und damit natürlich auch in annähernd gleicher Ausdehnung den häutigen Bogen verletzte. Bei dieser Art und Weise sind natürlich bedeutende, durchaus nicht gleichgültige Mitverletzungen anderer Theile unvermeidlich. Von der zur Bloslegung der befremdenden Knochenpartie schon nothwendigen sehr ausgiebigen Ablösung der Nackenmusculatur ganz abgesehen, ist es vor Allem die ausgedehnte Läsion des Schläfenbeins, die selbst bei den Tauben leicht zur directen Verletzung des Gehirns und seiner Hämorrhoiden oder doch wenigstens gewisser damit in innigstem Zusammenhange stehender Gebilde führt. Ja bei Versuchen an einem bestimmten Canale, dem oberen verticalen ist ohne ganz bestimmte Cautelen kaum, sicher aber, wenn man, um den häutigen Bogen zu lädiren, seinen knöchernen mit heraus bricht, eine Mitverletzung des Cerebellum meiner Ueberzeugung nach nicht zu umgehen. Während der Nachbeobachtung führen außerdem so ausgedehnte Verletzungen des Knochens fast constant zu den heftigsten, zuweilen über den grösseren Theil des Schädel s sich ausbreitenden Entzündungen, und selbst secundäre Affectionen der Meningen und des Gehirnes selber gehören alsdann zu den ganz gewöhnlichen Vorkommnissen.

Ein Blick auf die anatomischen Verhältnisse der in Betracht

kommenden Theile wird das Auseinandergesetzte befestigen und noch gewisse andere für Ausführung und Beurtheilung der Versuche wichtige Verhältnisse klar machen.*)

Die drei knöchernen Bogengänge des Ohrlabyrinths liegen bekanntlich bei der Taube, unserem Versuchstier, im spongiösen Knochen gewebe des Hinterhaupts und werden ihrer Anordnung gemäss gewöhnlich als can. horizontalis, canal. verticalis inferior und can. verticalis superior bezeichnet. Die beiden ersteren finden sich etwa in gleicher Höhe mit der äusseren Ohröffnung und sind oberflächlich dicht unter der äusseren Lamelle des Schädels gelegen. Der can. vert. superior verläuft oberhalb der beiden anderen Bogen, liegt bedeutend tiefer und ist ganz in's spongiöse Gewebe eingebettet. Fast seiner ganzen Ausdehnung nach hebt sich sein Relief von der Innenfläche des Schädels ab, ja an einer Stelle, an die man gerade beim Experiment am leichtesten kommt (die der Mittellinie des Kopfs zunächst gelegene Partie des Bogens), ist seine Wand mit der inneren Schädellamelle so innig verschmolzen, dass man bei jedem Versuch, den Bogen durchzuschneiden oder ein Stück auszubrechen in die Schädelhöhle hineingeräth, und damit das Kleinhirn, speciell den hier dicht anliegenden vermis und das crus cerebelli verletzt.

Der untere verticale und der horizontale Bogen kreuzen sich bekanntlich, und es hat den Anschein, als ob der erstere über den letzteren wegliefe. Nähtere Prüfung ergiebt jedoch, dass an der Kreuzungsstelle die Lumina der beiden knöchernen Canäle communiciren. Der verticale Canal zeigt in seiner Wand zwei sich gegenüberliegende Oeffnungen, die Mündungen des horizontalen, von welch letzterem an der Kreuzungsstelle nur, den gemeinschaftlichen Boden derselben bildend, die hintere Wand bestehen bleibt. Die beiden häutigen Canäle liegen daher an dieser Stelle in einem Raum zusammen, und zwar der horizontale unter dem verticalen. Für die Beurtheilung der Experimente ist die Kenntniss dieses Verhaltens von grösster Bedeutung. Sie wird gewisse anscheinend abnorme oder geradezu widersprechende Erscheinungen bei der Beobachtung der Versuchstiere in ungezwungenster Weise erklären helfen.

*) Auf eine systematische anatomische Beschreibung, die Jeder sich leicht aus eigener Anschauung erwerben kann, verzichtend, erörtern wir hier nur die für das weitere Verständniß nöthigen Verhältnisse.

Auf ein sehr wichtiges Verhältniss, durch das für Ausführung unserer Experimente ein vorher nicht geahnter Grad von Vorsicht erforderlich gemacht wird, hat neuerdings Schklaresky*) aufmerksam gemacht. Derselbe fand, dass bei Vögeln das Schläfenbein eine mit der hinteren Schädelgrube in offener Verbindung stehende Höhle beherbergt, welche sich zwischen die Bogengänge erstrecke und also gleichsam als eine Ausstülpung des *cavum cranii* zu betrachten sei. Die Höhle, welche ihr Entdecker als „*cavitas mesootica*“ bezeichnete, soll nach demselben einen directen Fortsatz des Kleinhirns und seiner Umhüllungen enthalten. Die von Schklaresky geschilderten Verhältnisse kann ich für mein Versuchsthier, die Taube, fast vollständig bestätigen; nur hat es mir bis jetzt nicht recht gelingen wollen, nervöse Elemente in der *cavitas mesootica* nachzuweisen. Aber gesetzt, dieselben fehlten wirklich, so musste doch die Existenz einer bis zu den beiden oberflächlichen Bogengängen reichenden, mit der Schädelhöhle in directem Zusammenhange stehenden Höhle die allergrösste Sorgsamkeit bei Läsion der Canäle erheischen und mir namentlich nahe legen, nicht allein am Schläfenbein selbst, sondern auch an den knöchernen Bogen mich zum Zwecke der Zerstörung ihres häutigen Inhalts auf möglichst kleine Verletzungen zu beschränken.**)

Ein weiteres Moment, welche beim Experimentiren die grösste Beachtung verlangt, ist das Verhalten der Blutgefässer. Jeder der drei Canäle ist nämlich von einem grossen venösen Blutleiter***) in seinem ganzen Verlauf begleitet, ein so eigenthümliches Arrangement, dass man unwillkürlich darin bestimmte funktionelle Beziehungen suchen möchte. Aus diesen Gefässen stammen die bei Durchschneidung

*) Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Vorläufige Mittheilung. 12. Juni 1872.

Herrn Professor Merkel in Rostock bei dieser Gelegenheit besten Dank für die bereitwillige Auskunft, die er mir seiner Zeit auf mein Anfragen bezüglich der Schklaresky'schen Publication zu Theil werden liess.

**) Ueber das Verhältniss der Verletzungen der Schklaresky'schen Fortsätze zu den Folgen der Läsion der Canäle werde ich mich später noch ausführlich aussprechen.

***) Der den can. vertic. super. begleitende ist geradezu ein Hirnsinus und liegt in seinem ganzen Verlaufe an der Peripherie dieses Bogens. Es ist wichtig, diese Anordnung zu kennen, da man sonst leicht statt des Canals den Blutleiter anschneidet, um so mehr noch, als derselbe in einer Rinne der inneren Schädellamelle gelegen, nach aussen hin eine knöcherne Wand und dadurch fast die gleiche (röhrlche Farbe) wie der Bogengang hat

oder Ausmeisselung der knöchernen Bogen stets vorkommenden enorm heftigen Blutungen, die bei tadellosen Experimenten unbedingt zu meiden sind. Denn ganz abgesehen davon, dass diese Blutungen die präzise Durchführung eines jeden Versuches stören, dass sie durch Erfüllung der Knochenzellen mit Blut die reactive Entzündung beträchtlich vermehren und hierdurch die Resultate der Nachbeobachtung trüben,*) glaube ich, könnten sie auch für die Beobachtung gleich nach der Läsion eine wichtige Fehlerquelle bilden. Durch den unmittelbaren Zusammenhang dieser Blutbahnen mit der Hirnsubstanz und zunächst dem Cerebellum würden sie eine acute Anämie dieser Theile bedingen, mit ihren gewöhnlichen Folgeerscheinungen, Krämpfen, Schwindel u. s. w. —

Halten wir nun das Auseinandergesetzte mit der Erwägung zusammen, dass, wenn überhaupt, nur die häutigen Canäle mit den festzustellenden „Functionen“ betraut sein können, so ist der Weg des Experiments direct vorgeschrieben. Wir werden unter möglichster Schonung der Schädelknochen und der knöchernen Bogen diese Gebilde allein zu zerstören trachten. Am besten lässt sich dies in der folgenden Weise erreichen. An einer dem zu lädiren Canal gemäss gewählten Stelle**) wird die Nackenmusculatur in thunlichst geringer Ausdehnung lospräparirt, ein Stückchen von der entblößten äusseren Lamelle des Schädelns weggenommen, so viel als gerade hinreicht, um eine kleine Partie des knöchernen Bogens freizulegen. Mit einem starken, spitzen Messer eröffne ich denselben nun unter Schonung des begleitenden Blutleiters, also an

*) Ich sage dies nicht nach theoretischen Voraussetzungen, sondern gestützt auf besonders zu diesem Zweck angestellte Versuche. Bei Tauben, bei welchen ich, ohne die Canäle zu lädiren (die sich auch bei der Section intact zeigten), durch etwas ausgedehnte Wegnahme der äusseren Schädellamelle und Anstechen eines Blutleiters heftige Blutung in's spongiöse Knochengewebe machte, sah ich manchmal nachträglich ausgebreitete Entzündungen des Schäeldachs entstehen, die mit Zuckungen, Gleichgewichtsstörungen u. s. w. verbunden waren und, wenn sie auch nicht mit den nach Zerstörung der Bogengänge gleiche Erscheinungen hervorriefen, doch die sichere Nachbeobachtung und Beurtheilung fast unmöglich gemacht hätten. Vielleicht spielt sogar bei Vögeln, wenn in dieser Weise die sonst lufthaltigen Maschenräume des Schädelns auf einer oder beiden Seiten mit entzündlichem Exsudat gefüllt sind, ein rein mechanisches Moment, die beträchtlich vermehrte Schwere des Kopfes, bei jenen Gleichgewichtsstörungen eine Rolle.

**) Hat man sich die topographischen Verhältnisse recht klar eingeprägt, so gelingt es bei einiger Uebung leicht direct und ohne weitere ausgedehnte Verletzungen auf den Canal zu kommen, den man zu lädiren beabsichtigt.

der diesem entgegengesetzten Seite, und schneide dann je nach meinen Zwecken, den häutigen Canal entweder einfach durch, oder ich hebe denselben mit einer feinen, vorn leicht gekrümmten Nadel etwas empor, und ziehe ihn nun mittelst einer passenden Pincette*) theilweise oder ganz aus dem knöchernen Canal heraus. Das extrahirte Stück wird natürlich gemessen und darnach bestimmt, wie gross der Defect an dem betreffenden häutigen Bogen ausgefallen ist.**)

Während man Anfangs bei dem Versuch hier und da die Lupe nicht entbehren kann, lernt man sehr bald auch ohne dieselbe, sogar einigermaassen in beliebiger Grösse, Stücke, ja den ganzen Canal auszuziehen. Ich hatte es schliesslich so weit gebracht, dass ich in einigen Versuchen, von denen später berichtet wird, bei einem Thier in einer Sitzung auf beiden Seiten die drei Canäle resp. grosse Stücke derselben extrahirte. Solche ausgedehnte Läsionen der Bogengänge sind in anderer Weise schon wegen der Schwere der vorbereitenden Verletzungen und der colossalen Blutungen kaum einigermaassen vorwurtsfrei auszuführen, und selbst ein kräftiges Thier würde sie nur kurze Zeit überdauern, während ich solche Tauben 14 Tage bis 3 Wochen am Leben hielt.***) Will man nach meiner Methode nur einen oder die beiden oberflächlichen Canäle ausser Wirksamkeit setzen, so ist die dazu erforderliche Oeffnung im Schädel so klein, dass dieselbe nicht selten ohne jede weitere Ausbreitung entzündlicher Erscheinungen rasch mit einer bindegewebigen Masse sich anfüllt.†) —

*) Statt der wenig tauglichen anatomischen Pincetten rathet ich denen, die meine Versuche nachmachen wollen, sich einer gewöhnlichen spitzen (einem geometrischen Bestecke entnommenen) Reissfeder zu bedienen.

**) Nach meinen Messungen beträgt die durchschnittliche Länge der häutigen Canäle bei ausgewachsenen mittelgrossen Tauben: can. vertical. super. 15 Mm., can. vert. inf. 12—13 Mm., can. horizontal. 12 Mm.

***) Junge Tauben zu den Experimenten zu gebrauchen, widerrathet ich ganz entschieden, da sie zu wenig aushalten und, selbst wenn sie die Operation überstehen, weit weniger characteristische Erscheinungen bieten.

†) Die Versuche, in der von mir angegebenen Weise ausgeführt, erfordern natürlich scharfes Achtgeben und grösste Sorgfalt für ihr Gelingen. Der häutige Canal, als dünner, glasartig durchscheinender Faden, ist nicht ganz leicht zu fassen. Dass man jedoch, um sich die knöchernen Canäle zur Anschauung zu bringen, irgend welche weitere Hülfsmittel als Auge und Messer nötig hat, ist entschieden zurückzuweisen. Dieselben setzen sich beim gesunden Thier mit völlig genügender Deutlichkeit gegen die Umgebung ab. Ich bemerke dies haupsächlich mit Bezug auf Vulpian, der die zu operirenden Tauben längere Zeit vorher mit Färberröthe fütterte. So nett diese Methode ist, ebenso unnötig ist sie. Sie hat höchstens den Werth eines eleganten Vorlesungsversuchs.

Ehe wir nun speciell zu den Experimenten übergehen, sind noch einige allgemeine für die Beurtheilung derselben wichtige Punkte hervorzuheben.

Zunächst ertragen die Versuchsthiere, selbst sehr kräftige ausgewachsene Tauben, ganz gleiche Verletzungen ungleich gut. Manche bekommen in Folge selbst geringfügiger Läsionen, die bei der Mehrzahl fast ohne Reaction heilen, die heftigsten Entzündungen der Schädelknochen.

Ferner sieht man selbst bei sonst gut gelungenen Versuchen zuweilen in den nächsten Tagen ausser inflammatorischen Erscheinungen in der Umgebung der Canäle solche an dem häutigen Bogen selbst auftreten, sei es von dem umgebenden spongiösen Knochengewebe her, sei es von der Stelle der experimentellen Verletzung aus. Es kann in dieser Weise ein Canal, den wir nur einfach durchschnitten, oder an dem wir nur ein kleines Stück wegnahmen, vollständig zerstört werden. Ja selbst auf einen zweiten, ja dritten, anfangs intacten Canal sieht man zuweilen die Veränderungen überschreiten, so dass dadurch vollkommen heterogene Erscheinungen im Verlauf eines Versuchs zur Ausbildung kommen. Wir werden nämlich, wie ich schon hier erwähnen will, später sehen, dass es in Bezug auf die Folgen durchaus nicht gleichgültig ist, in welcher Ausdehnung ein Bogengang zerstört wird, und dass ferner für Verletzung der einzelnen Canäle verschiedene, ganz bestimmte Symptome sich aufstellen lassen.

Aus alle dem folgt die richtige Regel, jedes Thier nach beendetem Beobachtung genau anatomisch zu untersuchen. Man läuft sonst Gefahr, wie dies in der That geschehen ist, ganz fremdartige Dinge, die während der Nachbeobachtung allmählich auftraten, mit den eigentlichen Resultaten der ursprünglichen Läsion zu confundiren. Nächst genauer Prüfung der Canäle*) und ihrer Umgebung ist vor Allem die schärfste Examination des Gehirns und seiner Häute, speciell des Kleinhirns, in jedem einzelnen Falle vorzunehmen und man wird, wie ich dies mir zur Regel gemacht habe, nur die Versuche zu Schlüssen auf die Bedeutung der Canäle verwenden, in denen jene Theile sich bei der Section intact erwiesen. Dass dazu noch Fälle mit Nebenverletzungen und secundären Erkran-

*) Die Canäle, die experimentell verletzten sowohl als die nicht lädirten, habe ich in jedem Falle makroskopisch und mikroskopisch genau untersucht, und werde ich auf einige der betreffenden Befunde bei anderer Gelegenheit zurückkommen müssen.

kungen anderer Theile zur Klarstellung verschiedener einschläglicher Fragen von grosser Bedeutung sind, ist selbstverständlich. —

Bei der Mehrzahl der Experimente lassen sich in den Folgeerscheinungen etwa 3 Phasen unterscheiden. Direct vom Operationsbrett losgebunden stehen viele Thiere unter dem Einfluss des Shock, oder zeigen umgekehrt heftige, ganz ungeordnete Reizerscheinungen, Krämpfe u. s. w., so dass man während dieser Zeit sich kein sicheres Urtheil zu bilden vermag. Dann kommt eine Periode, in der die Folgen der Läsion am reinsten zu Tage treten, und nach sehr verschiedenen langer Dauer derselben reiht sich vielfach ein bis zur absichtlichen Tötung oder dem natürlichen Tode währendes Stadium an, wo das klare, regelmässige Bild durch secundäre Vorgänge mehr oder weniger verändert wird, und man mit aller Vorsicht und vorurtheilsfrei die schwierige Frage zu beantworten hat, was gehört der eigentlichen Läsion, was secundären, localen oder allgemeinen Zuständen an?

Specielle Experimente.

a. Experimente am canalis horizontalis.

Verletzungen dieses Canals sind relativ leicht auszuführen, da man, wie bereits erwähnt, dicht unter der äusseren Schädellamelle auf denselben stösst. Die Knochenverletzung ist daher nur sehr geringfügig und Blutungen kommen bei einiger Achtsamkeit kaum vor. Demgemäß heilt öfters die Operationswunde per primam, fast immer wenigstens ohne heftige Reaction.

Ich habe den häutigen Bogen zunächst auf einer, dann auf beiden Seiten lädirt und theils einfache Durchschneidungen gemacht, theils verschiedene grosse Stücke, ja den ganzen Canal ausgezogen. Die doppelseitigen Läsionen führte ich entweder in einer Sitzung oder auf zweimal in verschiedenen langen Zwischenräumen (selbst von einigen Tagen) aus. Noch andere Fälle waren mir insofern instructiv, als anfängliche geringfügigere Läsionen durch secundäre Erkrankungen allmählig bis zu gänzlicher Zerstörung des ganzen Canals führten, und sich somit Gelegenheit bot, an demselben Thier die Wirkung verschiedener Grade der Verletzung zu beobachten.

In derselben Weise wie der horizontale wurden natürlich auch die beiden verticalen Canäle lädirt. Ich bemerke dies gleich hier und füge hinzu, dass ich in diesem Abschnitte überhaupt, um Wiederholungen in den folgenden zu vermeiden, Verschiedenes ausführlicher

abhandeln werde, was nicht streng auf den horizontalen Canal allein sich bezieht, sondern auch für einen oder die beiden anderen Bogen Bedeutung hat, zum Theil für alle drei in gleichem Maasse.

Der schlimmste Moment bei der Ausführung der Experimente ist der des Anfassens und Ausziehens des Canals. Die Thiere werden hierdurch (es gilt dies natürlich für alle drei Bogen) offenbar an's Tiefste erschüttert, zucken heftig zusammen, zittern oft convulsivisch über den ganzen Körper und machen auch mit dem Kopfe so heftige krampfartige Bewegungen, dass, wenn man nicht hierauf gefasst war, leicht der ganze Versuch vereitelt sein kann. Die gleichen Erscheinungen bei anderartigen Verletzungen würden wir unbedingt auf einen bedeutenden Grad des Schmerzes beziehen, und in der That bezeichnet Flourens und mit ihm andere Autoren das Anfassen und Anschneiden der Canäle als äusserst schmerhaft. Ich halte dies jedoch nicht für streng bewiesen, glaube vielmehr eher das auffallende Verhalten des Thieres einer sehr heftigen im Moment des Eingriffs auftretenden Gehörsempfindung zuschreiben zu sollen. Der Acusticus führt offenbar keine sensiblen Fasern; er erweist sich bei Verletzungen ganz unempfindlich. Eine heftige specifische Erregung des Nerven mit ihrem erschütterndem Eindruck ist dagegen bei den fraglichen Operationen durch Zerrung der Labyrinthgebilde unvermeidlich. Die unmittelbar durch den Eingriff provocirten Bewegungen der Thiere sind zum Theil ganz ungeordnete, zum Theil der Art, wie sie die specielle Form der Verletzung zur Folge zu haben pflegt, und ich habe durchaus nie finden können, dass die Thiere, wie dies hier und da angegeben wird, unmittelbar nach dem Eingriff irgend welche bestimmte, dieser kurzen Periode speciell angehörige Erscheinungen boten.

Häufig sah ich, was ich hier noch im Allgemeinen für die drei Canäle zugleich bemerken möchte, unmittelbar nach der Läsion und offenbar durch dieselbe bedingt, Erbrechen eintreten, d. h. ein Auswürgen der genossenen Erbsen aus dem Kropf. Schon Czermak hat auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht.

Je nach der Dauer des Experiments und der Ausdehnung der Läsion zeigen sich die Thiere gleich nach derselben verschieden matt, manche entschieden unter dem Einfluss des Shock. Doch wenn diese Periode auch vorüber war, so machte sich bei allen ein hoher Grad von „Trägheit“ geltend, um so stärker im Allgemeinen, je ausgedehnter die Canäle zerstört worden waren. Manche waren trotz aller Bemühungen nicht zum Laufen zu bringen, zu Flugbewegungen wurde nicht einmal der Versuch gemacht. Wir werden sehen, dass diese

„Trägheit“ vorzugsweise aus dem Gefühle der Unsicherheit, aus einer davon abzuleitenden Scheu vor Bewegungen zu erklären ist, da jeder Versuch zur Locomotion von einer ganzen Reihe abnormer Bewegungserscheinungen und Gleichgewichtsstörungen begleitet wird.

Betrachten wir nun zunächst den Fall, es sei **auf einer Seite eine grössere Partie des horizontalen Bogen oder das ganze Gebilde zerstört**, also ein Stück von etwa 6—10 Mm. ausgezogen.

So lange die Taube sich in Ruhe befindet, erscheinen Körper und Kopfhaltung normal, das Gefieder ist glatt und die Flügel liegen gleichmässig, wie gewöhnlich dem Rumpfe an. Den Kopf dreht die Taube öfter nach der der lädirten entgegengesetzten Seite, was ich mir nicht als specifische Erscheinungen, sondern damit erkläre, dass in den Halsmuskeln der intacten Seite ein gewisses Uebergewicht über die beim Versuch verletzten der anderen Seite sich geltend macht. Irgend andere eigenthümliche Bewegungen des Kopfes, namentlich solche, wie sie für doppelseitige Läsionen characteristisch sind, habe ich nie bei einseitiger Verletzung gesehen. Mit Vorliebe suchen die Thiere eine Ecke des Zimmers auf und sitzen da, die Seite der Verletzung gegen die Wand angedrückt, oft Stunden lang ruhig, wenn man sie nicht reizt. Ist es schon schwer, sie zum Laufen zu bringen, so gelingt es selbst durch die heftigsten Beunruhigungen, durch Anstossen und starke Geräusche nicht, Flugbewegungen zu provociren. Setzt man die Thiere auf eine schmale Kante, z. B. eine Stuhllehne, so machen sie auch hier, wenn dieselbe ruhig steht, keinen Versuch zu fliegen, bringt man aber den Stuhl in's Wanken, so fallen sie hülfflos, plump flatternd zur Erde nieder. Man überzeugt sich durch alles dies, dass die Flugfähigkeit gänzlich aufgehoben ist.

Hat man, was, wie bemerkt, oft Mühe kostet, die Tauben zum Laufen veranlasst, so gewahrt man, dass dieselben dabei nicht in willkürlicher Richtung vorwärts kommen, sondern fast nur Bogen nach der Seite der Verletzung hin beschreiben (die lädirte Seite dem Mittelpunkt des Kreises zugekehrt, den der betreffende Bogen als Abschnitt zugehört). In demselben Maasse, als das Thier durch diese ungewohnte Art der Bewegung an und für sich oder durch andere äussere Einflüsse, Reizungen u. s. w. aufgeregter wird, werden diese Bogen deutlicher und besonders kleiner (convexer), so dass sich schliesslich wirkliche Kreisbewegungen anreihen. Solche Kreise beschreiben die Tauben meist mehrmals hintereinander (immer die lädirte Seite dem Centrum derselben zugekehrt) und ebenfalls entschieden um so heftiger und häufiger, je mehr dieselben in Erregung kommen, so

dass ich in einzelnen Anfällen die Drehungen zu 30, ja 40 Mal hintereinander sich wiederholen sah, bis dann endlich die Thiere ermatet, vielfach auf die lädirte Seite, niederfielen. — Trifft man es nun, wozu oftmals freilich Geduld gehört, die Taube bei einer spontanen, langsamem Fortbewegung zu beobachten, so sieht man, dass diese hier und da auch in gerader resp. beliebiger Richtung stattfinden kann, ja dass sogar das Thier nach der der Läsion entgegengesetzten Seite, freilich etwas ungeschickter, sich zu wenden im Stande ist. Kommt aber zu diesem „Ruhezustand“ irgend ein stärkerer Bewegungsimpuls, so verfällt die Taube unwiderstehlich wieder den beschriebenen Manöverbewegungen.

Beobachtet man noch eingehender die Locomotion eines solchen Thieres, so stellen sich noch gewisse Unregelmässigkeiten im Gebrauche eines Beines, und zwar ausschliesslich desjenigen der lädirten Seite heraus. Man sieht, dass dasselbe im Verhältniss zum anderen oft zu weit vor oder zurückgesetzt, zuviel abducirt oder adducirt wird, dass der betreffende Fuss öfter ausrutscht oder rückweise weggeschnellt wird, wie wenn er plötzlich unter dem Körper fortgezogen würde. Auch die Biegungen und Streckungen des Beines fallen bald allzu ausgiebig, bald geringer aus, als im Vergleich zum gesunden beabsichtigt scheint. Aus dieser Unsicherheit in Bewegung und Haltung der Extremität erklärt sich, dass das Thier vielfach nach der betreffenden Seite hin schwankt, oder geradezu auf dieselbe fällt, ebenso, dass zuweilen bei minderen Störungen, bei gewöhnlicher Locomotion oder im Sitzen, der Körper ein wenig nach jener Seite hin geneigt ist. In letzterem Falle sieht man die Taube fast immer das Bein der lädirten Seite in allen Gelenken stärker gebeugt als das der intacten halten.

Die Stellung der Augen und diese selbst bieten nichts Abnormes.

Beim Fressen und Saufen erscheinen die Thiere ziemlich ungeschickt, so dass sie nur theilweise und unter vielen vergeblichen Anstrengungen selbstständig ihr Nahrungsbedürfniss befriedigen können. Zwischendurch müssen sie noch künstlich gefüttert und getränkt werden. Im Allgemeinen erzielen die Tauben um so weniger, je gieriger sie sind, d. h. je energischere Anstrengungen zur Erreichung der Nahrung sie machen. Sie schlagen dann meist fehl, neben den Topf auf die Erde und in die Luft. Die Beobachtung der Thiere bei solchen Versuchen zur Futteraufnahme ist äusserst instructiv und bietet, bei allen anscheinenden Unregelmässigkeiten, ganz Constantes, Gesetzmässiges; doch will

ich genauere Angaben in dieser Beziehung, um Wiederholungen zu vermeiden, nachher (bei der doppelseitigen Läsion) machen.

Suchen wir nun, bevor wir zu weiteren Modificationen unserer Versuche übergehen, der Natur der geschilderten Bewegungsstörungen etwas näher zu treten, so halten wir zunächst fest, dass die Beeinträchtigung der Beweglichkeit der Gliedmassen stets auf der lädirten Seite des Thieres sich äusserte, und dass ferner die abnormen Locomotionen constant die Richtung nach eben dieser Seite nahmen. Nimmt man eine solche Taube in die Hand, so erscheint unzweifelhaft, dass dieselbe alle Bewegungen zu ihrer Befreiung mit ungeschwächter Energie ausführt und dass namentlich beiderseits bezüglich der absoluten Muskelkraft kein Unterschied besteht. Mit dem einen Flügel schlägt die Taube so kräftig, wie mit dem anderen, in beiden Beinen bemerken wir ganz den gleichen Widerstand, ganz dieselbe Ausgiebigkeit der Bewegungen. Die einseitigen Bewegungsstörungen, die wir trotzdem bei der Locomotion des Thieres, beim Flattern und Laufen constatirten, können also nicht auf (unvollständige oder complete) halbseitige motorische Lähmung bezogen werden. Die eigentliche motorische Fähigkeit, die Muskelkraft, ist auf der Seite der Verletzung ungeschwächt erhalten, das Thier hat nur an der Fähigkeit, mit derselben geordnet zu schalten, Einbusse erlitten, es ist bei ihm mit anderen Worten die Coordination der Muskelbewegungen einseitig beeinträchtigt. Am Deutlichsten zeigt sich dies an der geschilderten Art der Bewegung und Haltung des Beines der lädirten Seite bei der Locomotion, aber auch die übrigen Erscheinungen und besonders die so auffallenden Manègebewegungen finden nach dieser Auffassung die einzige und befriedigendste Erklärung. Bei bilateralen Thieren ist nur dann eine sichere, geordnete Fortbewegung des Körpers in beliebiger z. B. grader Richtung möglich, wenn die Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten auf beiden Seiten regelmässig und coordinirt agiren. Hat eine Seite in dieser Beziehung eine Einbusse erlitten, so müssen dem Grade derselben proportionale Unregelmässigkeiten sofort hervortreten. Die intacte, umgestört functionirende Seite wird über die andere, die durch beeinträchtigte Regulirung ihrer Muskelthätigkeit nicht gehörig mitagirt, ein gewisses Uebergewicht geltend machen, wodurch der Körper nach der Seite der Läsion hinübergedrängt wird. Tendirt ein solches Thier nun, grade nach vorwärts zu laufen, während es gleichzeitig beständig nach der Seite gedrängt wird, so muss die

Resultirende aus diesen beiden Richtungen die Form eines Bogens haben. Diesen Bogen sieht man nun constant um so deutlicher werden, sich dem completteten Kreise um so mehr nähern, um schliesslich ganz in ihn überzugehen, je energischere Bewegungen die Tauben intendiren. Denn in demselben Maasse muss die Action der intacten Seite und ihr Ueberwiegen über die andere, um so unregelmässiger functionirende, sich steigern. Um so stärker wird das Thier nach dieser (der lädirten) Seite hin und von der erstrebten geraden Richtung abgetrieben, bis eben schliesslich die Locomotionen, wenn das höchste Maass der Anstrengung erreicht ist, in wirkliche Kreise umgesetzt werden. Umgekehrt werden natürlich die Bogen um so flacher ausfallen, je weniger energisch die Locomotionen, je geringer also die Einflüsse sind, durch die das Thier von der geraden Richtung ab und nach der lädirten Seite hingetrieben wird. Aus diesen Ueberlegungen erklärt sich von selbst der a priori auffallend erscheinende Umstand, dass die Thiere beim ruhigen Sitzen und selbst vielfach bei spontaner langsamer Vorwärtsbewegung fast nichts Abnormes bieten, während sofort Balancestörungen, Bogenlaufen u. s. w. auftreten, wenn das Thier aus eigenem oder auf fremden Antrieb energischere Locomotionen versucht, und dass dem Grade der letzteren die Deutlichkeit und Intensität der Unregelmässigkeiten direct proportional ist. Wir haben also die Manègebewegung nicht als Folge eines „inneren Impulses“ aufzufassen, durch den das (in seinen Muskelfunctionen intacte) Thier nach einer bestimmten Richtung hin getrieben würde, sondern nur als Resultat einer Ungleichheit in der Muskelthätigkeit beider Seiten.

Die Flugfähigkeit der Tauben fanden wir noch weit stärker beeinträchtigt als das Laufen, was von dem entwickelten Standpunkte aus ebenfalls kaum auffällig sein kann. Wenn auch, wie wir sahen, die absolute Muskelkraft in den Flügeln nicht reducirt ist, so macht doch gerade die Flugbewegung als die offenbar schwierigere der beiden Arten der Locomotion, noch in viel höherem Grad den Anspruch auf möglichst vollkommene Coordination der Muskelaction. Gelingt den Tauben hier und da einmal ein Vorwärtsflattern, so geschieht auch dieses im Bogen, stets nach der erwähnten Richtung hin. Frappant bleibt immer trotz unserer Auseinandersetzungen, dass die Thiere vielfach, bei völlig erhaltener Flügelkraft, nicht einmal eine Flugbewegung versuchen, so dass sie z. B. aus der erhobenen Hand losgelassen grade zur Erde fallen. Man kann sich dies kaum anders als damit erklären, dass gleichzeitig mit der Fähigkeit auch das Bewusstsein der Möglichkeit einer geordneten Flugbewegung den Thieren abhanden gekommen ist. —

Die Beobachtung von Tauben mit beiderseitiger Läsion des horizontalen Canals wird den bisher entwickelten Anschauungen zur Stütze dienen und sie noch in bestimmtem Sinne specialisiren.

Zieht man einer Taube, die bis dahin in Folge theilweiser einseitiger Zerstörung des horizontalen Canals die betreffenden Symptome bot, nun in derselben Ausdehnung den gleichen Canal auch der anderen Seite aus, oder bringt einer anderen, was in der Wirkung natürlich dasselbe ist, beiderseits gleichzeitig diese Verletzung bei, so ändern sich die Erscheinungen wesentlich, aber nicht principiell. Zunächst gilt für solche Thiere (wie überhaupt für alle Fälle, in denen ausgedehntere, mehr als einen Canal betreffende Operationen stattfanden), die früher schon angedeutete Regel, die dem oft etwas lange dauernden schmerzhaften Eingriff unmittelbar folgenden Erscheinungen mit grosser Reserve aufzunehmen, um nicht Dinge als specielle Folgen der Läsion aufzufassen, die dem Shock angehören. — Hat man dies Stadium vorübergehen lassen, so bemerkt man vor Allem, dass die Taube noch schwerer beweglich, „träger“ ist, als nach einseitiger Verletzung. Ist sie ganz zur Ruhe gekommen, so ist fast nichts Ungewöhnliches zu bemerken. Die Haltung des Kopfes und Körpers erscheint völlig normal und ersterer wird, was ausdrücklich zu betonen sein dürfte, ganz ruhig gehalten. Sucht das Thier aber spontan oder auf Reize hin sich vorwärts zu bewegen, so geschieht dies fast ausschliesslich in Bogen, bald nach der linken, bald nach der rechten Seite hin, um so deutlicher und intensiver wieder, je mehr die Thiere in Eifer gerathen. Zuweilen beschreiben sie eine längere Weile und sogar, wie ich dies mehrmals sah, während eines ganzen Tages, die Bogen nach einer bestimmten Seite hin, dann aber auch wieder abwechselnd, ohne greifbares Motiv nach der anderen. Ganz unter denselben Verhältnissen wie bei der einscitigen Läsion werden aus diesen Bogen öfter complete Kreisbewegungen, die sich wie dort in einzelnen heftigen Anfällen 10 bis 15 mal und häufiger hintereinander mit immer steigender Rapidität wiederholen können.

Wenn man nach derartigen Attauen die zu Boden gestürzten Thiere öfter eine ziemliche Weile ruhig auf der Seite liegen sieht, so hat dies der Erfahrung gegenüber, dass ein völlig gesundes dies keine Secunde anhalten, sich vielmehr gleich auf die Füsse stellen würde, etwas höchst frappantes. Die Erscheinung hängt offenbar mit Störungen des Muskelgefühls zusammen, und wird nachher noch näher beleuchtet werden. Wie es kommt, dass die Tauben selbst bei an nähernder Gleichheit der Läsion auf beiden Seiten bald nach der einen,

bald nach der anderen hin die geschilderten Kreisbewegungen ausführen, und namentlich wovon jedesmal im einzelnen Falle die Richtung des Bogens herzuleiten ist, das richtet sich nicht nach einer bestimmten Regel, sondern ist offenbar von sehr variablen Verhältnissen abhängig. Wahrscheinlich ist mir, dass äussere, *zufällige* Einflüsse (Anstossen, momentan grössere Unsicherheit des einen oder anderen Beines, Haltung und Bewegung des Kopfes u. s. w.) in dieser Beziehung eine Rolle spielen. Auch die Richtung, nach welcher das Thier willkürlich sich zu bewegen strebt, scheint in dieser Beziehung von höchstem Einfluss zu sein. Tauben, bei welchen ich die zweite Seite erst einige Tage nach der ersten operirte, zeigten Anfangs eine besonderere Tendenz nach dieser letzteren hin (Gewöhnung?), die jedoch meist sich bald verwischte.

Den Kopf, der in Ruhe die ganz normale Haltung hatte, kann die Taube, sowie sie sich zu bewegen sucht, niemals vollkommen ruhig halten. Derselbe wird dann vielmehr in ganz bestimmter Weise, in horizontaler Richtung von einer Seite zur anderen hin und her bewegt. Weiter ergiebt sich, dass die willkürliche Gebrauchsfähigkeit desselben überhaupt eine wesentliche Einbusse erlitten hat, indem jeder Impuls zur Bewegung des Kopfes nicht in der beabsichtigten Richtung zur Aeusserung kommt, sondern zu den eben geschilderten „*zwangssartigen*“ Bewegungen führt. Selbst wenn man die Taube in so geringem Grade beunruhigt, dass sie sich nicht zu einer Locomotion veranlasst fühlt, sondern nur mit einer leichten Bewegung des Kopfes darauf reagirt, so führt diese unwillkürlich zu einer ganzen Reihe jener horizontal gerichteten Pendelbewegungen desselben. Höchst instructiv ist in dieser Beziehung die Beobachtung eines hungrigen Thieres, wenn man ihm Futter vorsetzt. Hat es bis dahin völlig ruhig, gewöhnlich mit eingezogenem Kopfe dagesessen, so scheint es nun äusserst erregt zu werden. Der Kopf wird heftig in horizontaler Richtung hin und her bewegt. Aufs Energischste sucht die Taube mit dem Schnabel in die vorgestellten Erbsen einzuhauen, aber es vermag dieselben fast nie zu treffen. Die Schläge fallen bald nach der einen, bald nach der anderen Seite auf den Rand oder neben das Gefäss auf den Boden, und hat es das Thier unter vielen vergeblichen Anstrengungen endlich einmal fertig gebracht, wirklich in der Richtung der Erbsen einzuhauen, so erreicht es auch nun meist seinen Zweck nicht. Es kommt dann entweder nicht mit der Spitze sondern mit der Seite des Schnabels oder Kopfes auf, so dass alle Erbsen auseinanderfahren, öffnet zu früh oder

zu spät den Schnabel, oder der Kopf wird bereits wieder auf halbem Wege in die Höhe oder auf die Seite geschleudert, bevor das Gefäss überhaupt erreicht ist. Die Taube geräth dabei mehr und mehr in Eifer und Erregung; immer wieder und mit gesteigerter Hast schlägt sie erfolglos auf die Erbsen ein, und um so heftiger wird der Kopf nach beiden Seiten hin geschleudert. Es kommt nun sogar zu Manègebewegungen, die die Taube um das Gefäss herum executirt, bis sie schliesslich ermattet, oft in dasselbe hinein, auf die Seite fällt. Unter solcher Qual und Mühe schafft hier und da einmal ein günstiger Zufall ein paar Erbsen in den Schnabel. Inmitten der grössten Nahrungs vorräthe würde das Thier zu Grunde gehen, wenn man es nicht regelmässig künstlich fütterte und tränkte.

Grade bei den eben geschilderten Anfällen hat es öfter den Anschein, als ob die Manègebewegungen direct von den abnormen Bewegungen des Kopfes ausgelöst würden. Man sieht sie wenigstens um so leichter entstehen, je heftiger jener hin und her geschleudert wird, und findet auch, was noch wichtiger scheint, dass mit der hauptsächlichen Richtung der Kopfbewegungen die vorzugsweise Richtung der Bogen stimmt. Dass aber abnorme Haltung und Bewegung des Kopfes die nächste Ursache aller Gleichgewichtsstörungen des Rumpfes sei, halte ich für absolut unrichtig. Beide sind höchstens coordinirt, auf einen und denselben Grund zurückführbar. Schon die Beobachtung eines nur auf einer Seite verletzten Thieres widerlegt jene Ansicht. Ein solches zeigt in Ruhe und bei Bewegung, wie wir dies früher dargethan, keine wesentliche Aenderung der Haltung und Motilität des Kopfes und trotzdem die entschiedensten, charakteristischsten Störungen seines Körpergleichgewichts. Weitere directere Versuche in dieser Beziehung, nach der von Goltz vorgeschlagenen Weise mit Fixation des Kopfes durch einen passenden Verband, werde ich gelegentlich der Abhandlung der beiden anderen Canäle, wo dieselben sich leichter und sicherer anstellen lassen, ausführlich erwähnen.

Die Beine der operirten Thiere sind in allen Gelenken gewöhnlich stärker gebogen, so dass der Körper dem Boden mehr genähert ist als in der Norm. Oft ist der ganze Körper mehr auf den Tarsus gestützt, während die Zehen frei in die Luft stehen. Die Stellung der Füsse und Zehen scheint gleichfalls öfter eine mehr zufällige als bewusste, absichtliche zu sein. Im Laufen kehren bei den Tauben an beiden Beinen die eigenthümlichen Erscheinungen wieder, die wir bei einseitiger Läsion an demjenigen der lädirten Seite beobachteten. Die

Beine agiren dann nicht, wie in der Norm, gleichmässig zusammen, sie sind vielmehr stark gespreizt, das eine wird zu weit vorgesetzt, das andere nachgeschleift, rutscht aus u. s. w., wodurch der Gang etwas Unsicheres, Schwankendes hat. Kommt das Thier schliesslich wieder zur Ruhe, so stehen selten, wie beim gesunden immer, die Beine correct nebeneinander, sondern anscheinend so, wie es gerade am Ende der Locomotion der Zufall arrangirt hat. Die Thiere haben auch nicht das Bedürfniss, die abnorme in die regelmässige Stellung zu verändern. Offenbar ist bei ihnen das Bewusstsein von der jeweiligen Stellung der Extremitäten beeinträchtigt. Man kann auch, was diese Auffassung erhärtet, mit einiger Vorsicht ein beliebiges Bein in andere Stellung bringen, weiter vor, rückwärts oder auswärts schieben, ohne dass die Taube Miene mache, dies zu ändern.

Die Flugfähigkeit haben die Tauben natürlich verloren. Die meisten fallen, aus einer gewissen Höhe losgelassen, ungeschickt flatternd gerade zur Erde. Nach einem solchen Fall, fast der einzigen Gelegenheit, wobei das Thier überhaupt die Flügel bewegt, zeigt auch die Haltung der letzteren noch einige Zeit gewisse Irregularitäten. Dieselben liegen dann nicht völlig an, stehen vielmehr und oft ganz ungleich vom Körper ab, und werden erst nach und nach träge beigezogen. Die eigentliche Muskelkraft der Flügel aber ist, ich muss dies hier wiederholen, ganz unbeeinträchtigt.

Auf die Lehne eines Stuhles gesetzt, behaupten sich die Tauben, so lange derselbe ruhig steht oder nur mässig schwankt, anscheinend ziemlich geschickt. Erst bei starken Schwankungen fallen sie zu Boden, offenbar deshalb, weil wegen beeinträchtigter Muskelcoordination Rumpf und Extremitäten nicht in der für die Balance tauglichsten Weise zu agiren vermögen. Instructiv ist in dieser Beziehung besonders wiederum, die Beine zu beobachten. Man sieht dann z. B. die Tauben in Momenten, wo sie zur besseren Einstellung des Schwerpunktes eigentlich die Beine beugen müssten, dieselben grade noch mehr strecken, man sieht sie die Zehen ausspreizen in einem Augenblick, wo sie dieselben flectiren und sich besonders fest klammern sollten, u. s. w.

Ich möchte hier eine andere die Störung der Balance betreffende Beobachtung anreihen, die man bei den nach der Operation nicht allzuschwer beweglich und stupide gewordenen Thieren mehr oder weniger deutlich machen kann. Stösst oder schlägt man nämlich das auf der Erde sitzende Thier an die eine Seite in der Richtung nach der entgegengesetzten an, so erfolgt (stets nach dieser letzteren hin) Bogenlauf oder eine oder zwei vollständige Kreisbewegungen, oder die

Taube fällt auf diese Seite. Stösst man jedoch mit gleicher Stärke die Taube in senkrechter Richtung auf Kopf, Schwanz oder Hintertheil an, oder sucht sie durch anderweitige Manipulationen nach vorne oder hinten überfallen zu machen, so bemerkt man, dass sie dagegen einen geordneten und weit wirksameren Widerstand zu leisten vermag. Angriffen auf das Körpergleichgewicht, die in *verticaler* Richtung wirken, vermag sie also zu widerstehen, während gegen gleich starke, in *horizontaler* Richtung wirkende Eingriffe ihre Resistenzfähigkeit wesentlich reducirt zu sein scheint. Kommen wir hier zur Sicherung dieses Satzes nochmals auf die Thiere mit *einseitiger* Zerstörung des horizontalen Canals zurück, so finden wir, dass diese einen analogen Ausfall, natürlich nur einseitig, zeigen. Man gewahrt in günstigen Fällen,*) sowie man die Taube an die intakte Seite in horizontaler Richtung (nach der lädierten hin) anstösst, dass dieselbe nach eben derselben hin einen Bogenlauf ausführt. Ein gleich starker Stoss dagegen an die lädierte Seite in der Richtung nach der unverletzten wird ohne wesentliche Störung der Balance parirt.

Suchen wir uns nun die beschriebenen Störungen in der Balance des Rumpfes unter einen allgemeinen Gesichtspunkt zu bringen, so gelingt dies in der Weise, dass wir uns zunächst 2 unter rechtem Winkel gekreuzte Axen durch den Körper der Versuchstiere gelegt denken, von denen die eine, die wir die „*verticale*“ nennen wollen, senkrecht zwischen der Insertion der beiden Flügel durch den Körper gefällt ist, die andere, „*quere Axe*“, horizontal von der einen zur anderen Seite durch die Insertion beider Flügel geht.

Die dem Ausfall der beiden horizontalen Canäle folgenden eigenthümlichen Gleichgewichtsstörungen des Rumpfes lassen sich nun fast sämmtlich als Folgen einer mangelhaften Balance desselben um jene *verticale Axe* auffassen. Man kann sagen: Das Gleichgewicht des Versuchstieres hat durch Beeinträchtigungen der Coordination in bestimmten Muskelpartien einen partiellen Ausfall erlitten, es ist um die *verticale Axe* ein „*labiles*“ geworden. —

Kommen wir nun mit ein paar Worten auf die so nahe liegende Frage nach dem Zustande des Gehörs der operirten Thiere, so lässt sich sagen, dass in allen Fällen doppelseitiger Verletzung das-

*) Ich hebe ausdrücklich hervor, dass *einseitig* operirte Tauben durchaus nicht so constant, wie doppelseitig lädierte die Erscheinung deutlich zeigen, offenbar darum, weil sie über die eine intakte Seite willkürlich, daher auch antagonistisch verfügen können. Im Allgemeinen ist das Phänomen, wie bei der doppelseitigen Läsion, um so deutlicher, je grösser das ausgezogene Stück ist.

selbe anscheinend vollkommen intact war und, etwas voreilig, könnten wir hier beifügen, dass auch nach Zerstörung der verticalen Bögen und selbst aller drei Canäle beiderseits die Hörfähigkeit keine Einbusse erlitten zu haben schien. Es wird hierdurch bestätigt, was schon andere vorher und namentlich Goltz in letzter Zeit hervorgehoben, dass die Canäle für die Gehörsfunction nicht unerlässlich sind. Ihnen aber jeden Zusammenhang mit derselben abzusprechen, möchte ich nach meinen und anderer Erfahrungen nicht für genügend gerechtfertigt halten.

Dass übrigens durch Experimente nach meiner Methode das Gehör ebensowenig wie bei anderen Versuchsweisen geschädigt wird, dürfte einem nahe liegenden Einwand begegnen helfen, den man gegen meine Experimente machen könnte: durch das Herausziehen der häutigen Canäle würden die übrigen mit ihnen zusammenliegenden Theile des Labyrinths mehr oder weniger erheblich gezerrt, und man könne fragen, ob nicht die Bewegungsstörungen theilweise oder sogar gänzlich von diesem Insult herzuleiten wären. Eine mässige Zerrung der Nachbartheile kann und soll nicht geleugnet werden, obwohl jedem, der meine Versuche wiederholt, die ausserordentliche Leichtigkeit auffallen wird, mit der das Stück des häutigen Bogens sich loslässt. Man spürt dabei fast keinen Widerstand. Aber versetzte die Verletzung wirklich die Nachbartheile nur einigermaassen intensiv in Mitleidenschaft, so müsste, da diese nachweislich dem Gehörvermögen dienen, dieses reducirt sein, was ja eben höchstens in sehr geringem Grade der Fall ist. Zudem hat schon Flourens direct bewiesen, dass Zerstörungen des Gehörlabyrinths excl. der Bögen niemals Gleichgewichtsbeeinträchtigungen macht. Vollends dürfte ein, freilich etwas mühsamer Versuch, den ich mehrmals anstellte, noch etwa vorhandene Zweifel beseitigen. Ich habe die Canäle einige Male in der Weise zerstört, dass ich den knöchernen Bogen an zwei möglichst von einander entfernten Punkten öffnete, an diesen beiden Stellen den häutigen Canal mit einer feinen Scheere durchschnitt oder durchbrannte und das so ohne Zerrung aus dem Zusammenhang getrennte Stück auszog. Das Resultat dieser Versuche unterschied sich in nichts von dem der anderen. Die Stellung des Gehörnerven zu den Folgeerscheinungen der Verletzung der Canäle wird als eine der principiellen Fragen dieser Arbeit im resumirenden Theil derselben genauer erörtert werden. Wir bemerken nur hier, dass eine Beteiligung des Acusticus und gewisser Theile des Kleinhirns für das Zustandekommen der fraglichen Phänomene gar nicht auszuschliessen ist. Directe Versuche an letzterem, die ich früher

ausführte*) und jetzt wieder aufgenommen habe, deuten direct darauf hin. —

Sehen wir nun zu, nachdem uns die Folgen der möglichst vollständigen ein- und beiderseitigen Elimination des horizontalen Canals bekannt sind, welchen Einfluss **eine möglichst geringe Verletzung dieses Bogens, die einfache Durchschneidung also, hat.**

Wir werden finden, dass die Symptome derselben nur gradweise von denen der schwereren Formen der Verletzung sich unterscheiden.

Hat man auf einer Seite den häutigen Canal quer durchschnitten,**) so zeigt sich die Kopf- und Körperhaltung der Taube vollständig unverändert. Weder in Ruhe noch bei Erregung des Thieres wird der Kopf abnorm bewegt, wie wir dies im Gegensatz hierzu bei doppelseitigen Läsionen constant beobachteten. Die Nahrungsaufnahme gelingt mit fast normaler Geschicklichkeit, so dass künstliche Fütterung niemals nothwendig ist. Aber schon in Ruhe lässt uns eine gewisse Trägheit und Schwerfälligkeit des Thieres schliessen, dass nicht Alles völlig in Ordnung ist.***) Wenn die Taube spontan oder ohne heftiger beunruhigt zu sein läuft, so geschieht dies anscheinend gewandt und in grader, resp. beliebiger Richtung, sowie auch Drehen und Wenden nach beiden Seiten ohne Schwierigkeit gelingt. Nöthigt man die Tauben aber zu forcirten Locomotionen, so macht sich auch bei ihnen sofort ein Ausfall geltend. Sie beschreiben dann (unter normaler Haltung von Kopf und Körper) statt grade vorwärts zu laufen, Bogen, stets nach der Seite der Läsion hin, und bei stärkster Erregung kommt es, freilich seltener und nur bei sehr beweglichen Thieren, sogar zu completen Kreisen.

*) Conf. H. Curschmann, Beitr. zur Physiologie der Kleinhirnschenkel. Giessen, 1868. Idem, Klinisches und Experimentelles zur Pathologie der Kleinhirnschenkel. Deutsches Arch. f. klin. Medicin. XII. Bd. S. 356 ff.

**) Der hierzu nöthige Eingriff ist, ich bemerke dies hier besonders, da ich im Texte nochmals darauf zurückkommen muss, ein äusserst geringfügiger. Der häutige Canal wurde nach genügender Eröffnung des knöchernen *in situ*, d. h. ohne dass er vorgezogen oder sonst wie gezerrt wurde (mit einer äusserst feinen Scheere) scharf durchschnitten, oder zuweilen mit einer glühenden Nadel durchgebrannt.

***) Bei Geräuschen, die ein gesundes Thier zu energischen Fluchtversuchen veranlassen würde, bleiben die Tauben entweder ganz ruhig sitzen oder machen höchstens ein paar träge Kopfbewegungen. Sie lassen sich ferner weit leichter als gesunde ergreifen.

Die Flugfähigkeit ist, wie wir dies bei den vorhergehenden Experimenten sahen, verhältnissmässig stärker, als die Fortbewegung auf dem Boden beeinträchtigt. Nur schwer ist durch Reizungen aller Art eine Flugbewegung auszulösen, und auch dann vermag sich die Taube, sichtlich ungeschickt, nur wenige Fuss vom Boden zu erheben, um sich alsbald wieder niederzulassen. Dabei wird gewöhnlich ein Bogen beschrieben, wie immer nach der Seite der Verletzung hin. Aus einer gewissen Höhe plötzlich losgelassen oder heruntergestossen (wo also unvorbereitet die Nothwendigkeit zum Fliegen an sie herantritt) fällt die Taube fast immer grade unter ziemlich ungeschicktem Flattern zu Boden oder sie flattert höchstens noch eine kleine Strecke weit im Bogen dicht an demselben her.

Im Bein der lädirten Seite ist eine sehr geringe Beeinträchtigung der Gebrauchsfähigkeit und nur bei forcirten Bewegungen merkbar, hier und da einmal ein leichtes Ausrutschen, Nachschleifen oder falsches Aufsetzen des Fusses u. s. w.

Dass auch solche Tauben nirgends eine Spur einer wirklichen motorischen Lähmung zeigen, hätte ich kaum zu bemerken nöthig. Grade solche Fälle möglichst leichter Läsionen, in denen die Thiere zeitweise ganz frei von Abnormitäten sind, und dann wieder mehr oder weniger deutlich anormale Erscheinungen zeigen, erhärten am Besten unsere Auffassung derselben als Folge gestörter Coordination der Muskelbewegungen. Nur hieraus ergiebt es sich von selber, dass dieselben nur dann auftreten, wenn das Thier zu forcirten Bewegungen veranlasst wird, und dass man die interessanten Phänomene bei den am schwächsten lädirten Thieren ganz übersehen kann, wenn man sie nicht während gesteigerter Muskelthätigkeit beobachtet.

Die Tauben sind, was ich besonders hervorheben möchte, schon unmittelbar nach der Operation vollkommen kräftig, ohne irgend welche Erscheinungen des Shock und bieten meist 18—24 Stunden lang, manchmal noch etwas kürzere Zeit, die geschilderten Folgezustände ganz unverändert. Dann jedoch zeigt sich das höchst interessante Verhalten, dass dieselbe mehr und mehr undeutlich werden, bis sie, gewöhnlich am 3. bis 5. Tag, gänzlich verschwinden. Selbst die schärfste Beobachtung lässt dann keine Unregelmässigkeit mehr erkennen. Sie laufen gewandt grade und in beliebiger Richtung und fliegen auch wieder so vortrefflich und sicher, dass man die grösste Mühe hat, sie einzufangen. Untersucht man solche Thiere nun anatomisch, so findet sich die Oeffnung im Schädel mit faseriger, bereits ossificirender Masse, manchmal sogar schon ganz knöchern geschlossen,

und in derselben Weise ist auch die Wände im knöchernen Bogen bereits verheilt. Von secundären entzündlichen Erscheinungen in der Umgebung oft keine Spur. Den häutigen Bogen findet man dann in seiner ganzen Ausdehnung vollständig gesund aussehend, wasserhell durchsichtig. Die beiden Schnittenden sind gewöhnlich leicht verklebt und an der neugebildeten Knochenlamelle öfter adharent. Auch die mikroskopische Untersuchung ergiebt keine wesentliche Veränderung an dem Canal. An der Verklebungsstelle ist jedoch die Continuität des Lumens noch unterbrochen. Dies ausgenommen haben wir also einen ganz gesunden Canal vor uns. Nach der Goltz'schen Hypothese dürfte nun ein solches Gebilde, in dem der Druck der Endolymphe auf die Wand ja noch nicht in normaler Weise sich geltend machen kann, nicht vollkommen functioniren. Wir werden später hierauf zurückkommen müssen. Gestützt auf die bald nach der Durchschneidung beginnende continuirliche Verminderung der Folgen und ihr baldiges gänzliches Verschwinden, könnte mancher versucht sein, dieselben als Reizerscheinungen aufzufassen. Man könnte in dieser Beziehung noch ferner argumentiren: „Die Verklebung der beiden Enden, die im Leben schliesslich ganz symptomenlos war, ist keineswegs als restitutio ad integrum anzusehen und als noch fortbestehende Continuitätsunterbrechung der frischen Durchschneidung gleichwerthig. Trotzdem unterscheiden sich beide in ihrer Wirkung, und diese kann also nicht die Folge einfachen Ausfalls sein, sondern wir müssen die Symptome der Durchschneidung, zumal sie allmählich abklingen, als Reizerscheinungen auffassen.“ Dagegen spricht nun vor Allem die Dauer der Erscheinungen, die für einfache Reizwirkung zu lange ist, ganz besonders aber der Umstand, dass wir bei gänzlicher Zerstörung des Canals, wo also auch von einer Reizwirkung auf denselben nicht wohl die Rede sein kann, ganz analoge, nur gradweise verschiedene Folgen beobachteten. Es muss sich also eine andere Deutung finden lassen, und es scheint mir am nächsten liegend, die Annahme einer allmählichen Gewöhnung des Thieres an den (sich gleich bleibenden) geringen Ausfall, wobei ich mir natürlich vollkommen einer gewissen in dem Ausdrucke Gewöhnung liegenden Unklarheit bewusst bin. Analoges beobachteten wir übrigens tagtäglich an anderen Organen. Ein kleiner undurchsichtiger Fleck auf der Cornea, eine ausser Function gesetzte kleine Stelle der Retina, welche Aufangs in hohem Grade den Gebrauch des Auges hindern, werden später, obschon sie völlig unverändert bleiben, gar nicht mehr empfunden.

So wie wir schon mehrfach in diesem Abschnitte, um für die folgenden Wiederholungen zu vermeiden, gewisse Dinge, die auch für die verticalen Bögen Bedeutung haben, ausführlicher besprochen, so gilt dies auch für das eben Erörterte. Auch bei einfachen Durchschneidungen der beiden verticalen Canäle bemerkt man dies allmähliche, von denselben Gesichtspunkten aus aufzufassende Verschwinden der Folgezustände. — Wir wollen außerdem hier gleich erwähnen, dass auch nach Extraction kleinerer Stücke eines der drei Canäle hier und da ein Nachlass der Folgeerscheinungen sich geltend macht, jedoch immer nur da, wo die beiden restirenden Stümpfe intact bleiben. Dies ist nun freilich nur in einer geringeren Zahl der Versuche der Fall. In den übrigen entstehen gewöhnlich secundäre Veränderungen der Stümpfe,* die sich dann wiederum stets, wenn nicht secundäre Erkrankungen der Nachbartheile hinzutreten, lediglich in einer Steigerung der Erscheinungen äussern. Gerade solche Fälle sind wieder für die ganze Frage von der physiologischen Bedeutung der Canäle überhaupt insofern höchst instructiv, als sie bestätigen, was die bis jetzt beschriebenen Versuche bewiesen, dass nämlich dem Grade der Zerstörung (der Grösse der ausser Thätigkeit gesetzten Stücke) der Canäle die Intensität der Folgezustände proportional ist. Zur Illustrirung dieses wichtigen Satzes können wir uns die kurze Mittheilung eines einschläglichen Experiments nicht versagen:

Bei einer kräftigen Taube eröffnete ich mit allen Cautelen den linken horizontalen knöchernen Bogen in möglichst geringer Ausdehnung und quetschte hier nun mit einer äusserst feinen Pincette den häutigen Canal.**) Gleich nachher und in den

*) Die Erscheinungen, welche bei der Section an den restirenden Stücken der lädierten Canäle sich zeigten, sind verschiedenartige und meist combinirte. Dahin gehören Blutungen in das Lumen des Canals, Anfüllung desselben mit Eiter, fibrinöse Auflagerungen, mehr oder weniger starke Vascularisationen, partielle oder totale Anschwellungen des Gebildes, welche, da der Querschnitt des häutigen Canals nur etwa die Hälfte desjenigen des knöchernen ausmacht, fast das Doppelte der normalen Dicke erreichen können. Wo die Stümpfe des häutigen Canals von diesen Erkrankungen frei und überhaupt unverändert bleiben, sieht man die Abrissstellen, wenn die Thiere länger lebten, fettig entartet. Die leeren Partien des knöchernen Canals (oder wo der ganze häutige Bogen ausgezogen war, das ganze Lumen) finden sich entweder mit röthlicher entzündlicher Flüssigkeit (bei heftiger Inflammation in der Umgebung) oder mit klarer Lymphe gefüllt.

**) Die Quetschung zog ich einer einfachen Durchschneidung deshalb vor, weil diese scharf ausgeführt nur selten zu weiteren Erkrankungen des Gebildes Anlass giebt, und ich letztere ja grade erzielen wollte.

ersten Stunden zeigte das Thier nur geringe abnorme Erscheinungen; Kopf und Körperhaltung waren normal, die Flugfähigkeit nur wenig, wenn auch merklich beschränkt. Auffallende Munterkeit und Agilität; nur hier und da, bei über das gewöhnliche Maass hinausgehenden Anstrengungen, leichtes Bogenlaufen nach links und etwas Unsicherheit in der gleichen Extremität. Schon nach 24 Stunden war die Taube merklich unsicherer geworden, konnte jetzt nur schwierig laufen oder sich beliebig grade drehen und wenden, lief vielmehr immer im Bogen nach links und führte, bei stärkerer Aufregung, sogar wirkliche Manègebewegungen in derselben Richtung aus. Auch das Fliegen geschah bedeutend unsicherer, ebenfalls vielfach im Bogen nach links. In den nächsten vier Tagen wuchsen diese Störungen mehr und mehr, so dass schliesslich die Erscheinungen denen vollständig ähnlich waren, die ich bei gänzlicher Wegnahme des Canales sah. — Bei der nun vorgenommenen anatomischen Untersuchung fand sich der knöcherne horizontale Canal dunkelroth gefärbt, im grellen Gegensatze zu den beiden anderen, die das gewöhnliche weissgelbe Aussehen zeigten. Der häutige horizontale Canal war an der gequetschten Stelle bis auf eine dünne Brücke durchtrennt, in seiner ganzen Ausdehnung fast auf das Doppelte der gewöhnlichen Dicke angeschwollen und mit Blut gefüllt, während die beiden anderen Canäle mikro- und makroseopisch sich intact erwiesen.* —

Die bis jetzt von den verschiedengradigen Läsionen des horizontalen Canals entworfenen Bilder bleiben nur selten während der ganzen Dauer der Beobachtungszeit vollkommen rein und unverändert.**) Dieselben werden vielmehr durch Complicationen der mannigfachsten Art früher oder später wesentlich getrübt, so dass oft schwer und nur durch eine aus einer grossen Reihe von Versuchen gewonnene Erfahrung zu entscheiden ist, was ist Folge des eigentlichen Experiments, was accidentell. Solche

*) Dass auch in dem umgebenden Knochengewebe sich keine wesentlichen, und am Gehirn und den Meningen absolut keine Veränderungen zeigten, brauche ich kaum ausdrücklich zu bemerken.

**) Ich habe manche Taube bis zu 2 Monaten, ja $\frac{1}{4}$ Jahr beobachtet; die meisten allerdings gingen schon früher auf verschiedene Weise zu Grunde, oder wurden, wenn keine weitere Änderung der Erscheinungen anzunehmen war, der Untersuchung wegen getötet.

Veränderungen des ursprünglichen Versuchsergebnisses wurden während der Nachbeobachtung fast überall da constatirt, wo nicht einfache scharfe Durchschneidungen der Canäle ausgeführt, sondern Quetschungen gemacht oder Stücke von denselben entfernt worden waren. Die anatomische Untersuchung erwies dann vielfach neben der eben erwähnten Weitererkrankung des ursprünglich lädirten Canales secundäre Veränderungen des einen oder der beiden nicht verletzten Canäle als Substrat der neu hinzutretenen Erscheinungen. Specielles in dieser Beziehung wird natürlich erst nach Abhandlung der beiden anderen Bogengänge sich geben lassen. Im Allgemeinen bemerken wir nur, dass am Häufigsten die Veränderungen in entzündlichen Prozessen bestehen, die direct von den experimentell verletzten Canälen auf die intacten sich fortpflanzen. Ganz besonders häufig ist in dieser Beziehung die Beteiligung des canalis verticalis inf. an einer den lädirten horizontalen Canal secundär betreffenden Entzündung, was sich nach der früher (S. 462) gegebenen anatomischen Darstellung aus dem Zusamm liegen beider Gebilde in einem Raume (an der Kreuzungsstelle) leicht erklärt. Auf den canalis verticalis sup. pflanzen sich entzündliche Prozesse seltener fort. — Secundäre Erkrankungen der intacten Canäle können aber auch so zu sagen auf einem Umwege zu Stande kommen, von einer von der Schädelwunde aus nicht allzusehnen sich entwickelnden Entzündung des spongiösen Knochengewebes, die auf die knöchernen Canäle und von da auf die häutigen übergreift. Bei manchen Experimenten, namentlich solchen, wo die Knochenverwundung etwas ausgiebiger geworden war, bildet sich vollkommene caries aus, so dass man letzteren schliesslich necrotisch und total zerstört in dem Heerde findet. Man wird durch alles dies immer wieder darauf hingewiesen, ja keines der in Rede stehenden difficilen Experimente ohne schliessliche genaue anatomische und selbst mikroskopische Untersuchung zu Schlüssen zu verwenden. Nur so kann man Täuschungen vermeiden, die bei diesen Versuchen von allen Seiten her drohen.

Noch eines Punktes muss ich vor Beendigung dieses Abschnittes gedenken. Unmittelbar nach Läsion eines der beiden oberflächlich gelegenen, sich kreuzenden Canäle (bevor also noch secundäre Veränderungen sich entwickelt haben können) kommen nicht selten dem eigentlichen Versuch fremde Bewegungsstörungen vor. Dieselben pflegen dann den Folgeerscheinungen der Verletzung des in diesem Versuch intact gelassenen Bogens zu entsprechen und lassen sich vielleicht so erklären, dass bei Verletzung des einen Canals vermöge der Com-

munication der knöchernen Bogen an der Kreuzungsstelle auch aus dem nicht lädirten die Perilymphe ausfliest, was auf den bis dahin von ihr umspülten häutigen Canal sicher nicht ohne Einfluss bleiben kann.

b. Experimente an den beiden canales verticales.

Die Versuche an den beiden verticalen Canälen können wir gleichzeitig abhandeln, da die Folgen ihrer Verletzungen im Wesentlichen gleiche sind und gewisse dem einen oder anderen zukommende Besonderheiten sich ganz wohl gelegentlich werden hervorheben lassen.

Was die Methode des Experiments anlangt, so ist diese für den canalis verticalis inf. äusserst einfach; genau dieselbe, wie am horizontalen Canal. Erwähnenswerth ist nur, dass man sehr häufig beim Ausziehen des häutigen Bogens die seinem unteren Ende anhängende Ampulle mit herausbefördert. Auf den Effect der Läsion hat dies übrigens, wie ich mich öfters überzeugte, keinerlei Einfluss.

Der canalis verticalis sup. ist, wenn man eine ausgedehnte Verletzung des Schädels vermeiden will, unverhältnismässig schwieriger zu erreichen, hauptsächlich seiner tiefen Lage wegen. Ausserdem erfordert die Verletzung desselben, wegen der im anatomischen Theile besprochenen Anordnung zum Gehirn und zum sinus besonders grosse Vorsicht. Endlich erschwert es neben der tiefen Lage die bedeutende Länge des Canals sehr, ein grösseres Stück desselben von einer Oeffnung aus zu extrahiren. Ich eröffnete daher in den Fällen, wo ich annähernd den ganzen häutigen Canal entfernen wollte, den knöchernen an seinen beiden Enden und zog, nachdem ich an beiden Stellen den häutigen Canal durchschnitten hatte, das so losgetrennte Stück aus.*.) Befolgt man genau die angegebenen Cautelen und hält man sich namentlich bei Eröffnung des Canals immer an die dem Hinterhaupt zugekehrte

*) Bei der Schwierigkeit, den Canal mit möglichst geringer Nebenverletzung zu zerstören, halte ich noch eine technische Bemerkung für nothwendig. Die Stelle, wo der Bogen am oberflächlichsten liegt und demgemäß am leichtesten erreichbar ist, ist das der Mittellinie des Kopfes zunächst befindliche Ende desselben. Um direct auf dieses zu kommen, legt man den Hautschnitt so, dass derselbe 3 Mm. seitwärts von dem leicht durchfühlbaren Hinterhauptshöcker und in gleicher Höhe mit demselben beginnend parallel der Längsaxe des Körpers in genügender Ausdehnung nach abwärts reicht. Nach Ablösung des nun unmittelbar entblößten Muskelbündels und Eröffnung des darunter gelegenen Knochens gelangt man direct auf den Canal.

Wand desselben, so sind Nebenverletzungen des Kleinhirns sicher zu vermeiden. —

Ich bespreche zunächst die **Folgen beiderseitiger, möglichst gleichmässiger und ausgedehnter Läsion der Canäle (Extraction von Stücken, welche die Hälfte und mehr der Länge des ganzen Canals betragen).**

Kräftige Thiere sind nach der Operation sehr wenig angegriffen. Alle zeigen jedoch im Lauf der Nachbeobachtung eine ganz ausserordentliche Trägheit. Schon beim Sitzen bemerkt man an den Thieren, dass ihre Gleichgewichtsverhältnisse wesentlich gestört sind. Noch mehr tritt dies bei Bewegungen hervor. Bewegen die Tauben den Kopf oder machen sie, wenn auch leichte, Locomotionsversuche, so sieht man den Rumpf bald nach vorwärts, bald nach rückwärts schwanken. Die Richtung der Längsaxe des Körpers (ihre Stellung zum Boden), bei gesunden Thieren eine ganz constante, wechselt vielfältig unter den geringfügigsten Einflüssen; bald ist sie zu sehr horizontal, bald beinahe vertical gerichtet. Grade die letztere Haltung nehmen die Thiere mit Vorliebe ein. Der Körper steht alsdann fast senkrecht in die Höhe und stützt sich auf das Hintertheil. Die Beine, gespreizt und weit nach vorne gestreckt, liegen mit dem Tarsus der Erde auf, während die Zehenspitzen oft nicht den Boden berühren, vielmehr nach aufwärts in die Luft gestreckt sind.

Setzt man die Taube auf eine schmale Kante, z. B. die Stuhllehne, wobei also höhere Anforderungen an die Balance gestellt werden, so tritt die Unsicherheit noch deutlicher hervor. Sie vermag sich allerdings festzuklammern, der Körper hängt aber bald nach vorne, bald nach hinten herunter, und, sitzt das Thier zufällig einmal annähernd normal, so genügt eine geringe Erschütterung, es in diese hängende Stellung zu versetzen, oder ganz zum Herunterfallen zu bringen.

Veranlasst man das Thier zum Laufen, was meist nur durch starke Reizungen zu erreichen ist, und selten spontan geschieht, so wird die Art der Gleichgewichtsstörungen nur noch klarer. Die Thiere schwanken dann beständig nach vor und rückwärts und stürzen häufig bald auf Kopf und Brust oder nach rückwärts auf das Hintertheil. Die Fortbewegung geschieht jedoch in grader resp. beliebiger Richtung und in reinen Fällen niemals im Bogen, was im Hinblick auf die Läsion des horizontalen Canals höchst bedeutungsvoll ist. Bei höchsten Graden der Erregung fallen die Thiere nicht allein in der angegebenen Weise, sondern sie überschlagen sich sogar nach vorwärts oder rückwärts,

d. h. der Körper wird um die quere (eine von der einen zur anderen Seite durch beide Flügelinsertionen und die Mitte des Rumpfes gelegte) Axe gedreht. Oft und zwar bei heftigster Erregung, treten sogar Anfälle auf, in denen die Thiere 10—12 Mal und mehr rasch hintereinander entweder nach vor- oder rückwärts sich überschlagen.

Ganz wie nach Verletzung des horizontalen Canals lassen auch diese Gleichgewichtsstörungen sich nicht auf eigentliche Motilitätslähmungen zurückführen. Hier wie dort ist die absolute Muskelkraft vollkommen erhalten, und die so auffallenden Bewegungsstörungen sind nur darauf zu beziehen, dass das Thier in der Fähigkeit gestört ist, mit derselben geordnet und willkürlich zu schalten. Die Taube bietet mit anderen Worten eine Beeinträchtigung der Coordination der Muskelbewegungen. Zerlegt man die geschilderten Bewegungsstörungen aber noch weiter, so stellt sich heraus, dass dieselben nicht auf den ganzen motorischen Apparat sich beziehen, sondern dass die geordnete Gebrauchsfähigkeit in ganz bestimmten Partien des Muskelsystems reducirt ist, speciell in denjenigen, deren geordnetes Agiren für die Balance des Körpers um die Queraxe in Ruhe sowohl als noch viel mehr bei der Locomotion erforderlich ist. In diesem Sinne spricht auch der Versuch, für den wir gelegentlich der Abhandlung des horizontalen Canals bereits ein Analogon brachten. Schlägt oder stösst man das in annähernd normaler Haltung ruhig auf dem Boden sitzende Thier in der Richtung von oben nach unten auf den vorderen (Kopf) oder hinteren Theil des Körpers verhältnissmässig leise an, so schwankt resp. fällt dasselbe leicht in der Richtung des Stosses nach vorn auf die Brust oder nach hinten auf den Schwanz. Schlägt man aber ebenso stark oder noch stärker in horizontaler Richtung an die eine oder andere Seite an, so leistet dann das Thier einen sicheren, kräftigen Widerstand, der dem normalen gleich kommen würde, wenn nicht doch die bestehende Unsicherheit um die Queraxe ungünstig mitspielte.

Nach sehr heftigen Locomotionen, besonders wenn sie sich dabei überschlagen haben, kommt es zuweilen vor, dass die Tauben auf eine Seite zu liegen kommen und dass sich nun in dieser Seitenlage der Körper heftig und mehrmals hintereinander im Kreise dreht. Es sind dies eben auch nur Drehungen um die vorher statuirte Queraxe, die aber, weil das Thier sie in abnormer Lage ausführt, leicht verkannt werden könnten.

Nicht minder interessant als die geschilderten Drehungen und

Schwankungen ist die bei manchen, besonders den schwerer verletzten Tauben vorkommende Erscheinung, dass sie rapide nach vorwärts laufen oder umgekehrt sich fast ausschliesslich nach rückwärts fortbewegen und zwar ganz so, wie man bei den bekannten sogenannten Zwangsbewegungen beobachtet. Das „zwangartige“ Vorwärtslauen erkläre ich mir so, dass die Thiere die beim Versuch zu laufen sich beständig steigernde Tendenz zum Fallen auf Kopf und Brust (wobei der Körperschwerpunkt mehr nach vorne gelegt wird und die Schwerlinie weit vor den Beinen den Boden trifft), durch immer rascheres Vorsetzen der Beine auszugleichen suchen. Je eifriger sie aber in diesem Sinne die Beine vorwärts setzen, um so grösser wird die Unsicherheit in der Muskelbewegung, um so grösser die Störung der Balance, um so grösser die Tendenz nach vorne über zu fallen und um so energischer werden nun wiederum die Anstrengungen, durch rasches Vorsetzen der Beine den Schwerpunkt zu unterstützen, so dass in Folge dieses Wechselverhältnisses das Vorwärtslauen immer rascher und rascher wird, bis irgend ein Gegenstand den Lauf des Thieres hemmt oder dasselbe endlich erschöpft nach vorne auf den Kopf fällt. In ähnlicher Weise kommt auch das Rückwärtslauen zu Stande. Man pflegt dasselbe bei denjenigen Thieren zu beobachten, welche in Ruhe gewöhnlich, wie wir dies schon vorher beschrieben, auf das Hintertheil und den Schwanz gestützt mit fast senkrecht gestellter Körperlängsaxe und weit nach vorn gestreckten, mit dem Tarsus der Erde aufliegenden Beinen dasitzen. Die durch jede Bewegung bei solchen Tauben provocirte Tendenz nach hinten über zu schlagen, suchen dieselben durch Rückwärtssetzen der Beine auszugleichen, und ganz nach demselben Modus, wie wir dies beim Vorwärtslauen sahen, kommen sie immer rascher in's Rückwärtslauen, je eifriger sie ihre Balancestörungen zu neutralisiren suchen. Sehr erwähnenswerth ist, dass manche Thiere fast ausschliesslich eine der beiden Bewegungen ausführen. Ich habe z. B. eine Taube beobachtet, die sich bei heftiger Erregung stets nach rückwärts überschlug, und andere sah ich wieder, die unter gleichen Einflüssen immer nach vorne fielen und vorwärts liefen. Es läge der Gedanken nahe, dass dies verschiedene Verhalten vielleicht aus der Läsion je des einen oder des anderen der beiden verticaleu Canäle resultiren möchte. Aber schon die Beobachtung, dass beide Bewegungsrichtungen nach Verletzung nur eines verticalen Canales abwechselnd durchaus nicht selten bei denselben Thieren vorkommen, beseitigt diese Idee, für die ich auch im übrigen nicht den geringsten experimentellen Anhaltspunkt habe. Ich muss gestehen,

dass ich über die Art und Weise, wie nach anscheinend denselben Verletzungen die Richtung der abnormen Bewegung bald nach vor-, bald nach rückwärts geht, nicht völlig im Reinen bin. Von einer hypothetischen Erklärung, die sich leicht geben liesse, will ich vorläufig abstrahiren.

Ich will nicht unterlassen, an dieser Stelle auf gewisse nicht selten bei den operirten Tauben vorkommende Erscheinungen aufmerksam zu machen, aus denen ich schliessen möchte, dass auch das Bewusstsein von der Haltung und Stellung des Körpers bei denselben, wenigstens in Bezug auf bestimmte Situationen, getrübt ist. Die Beobachtung ist jedoch nur bei den Tauben zu machen, welche die grössten Stücke der Canäle oder dieselben gänzlich verloren haben. Wenn nämlich die Thiere am Ende eines der geschilderten Paroxysmen (Ueberschlägen um die Queraxe) auf den Rücken fallen, oder absichtlich in diese Lage gebracht werden, so bleiben sie oft längere Zeit ruhig in dieser Haltung, bis zu $\frac{1}{2}$ Stunde und noch länger. Wenn sie dieselbe schliesslich aufgeben, so scheint dies immer damit zusammen zu hängen, dass bei dem Thiere durch eine zufällige oder einen von aussen kommenden Reiz ausgelöste Bewegung irgend eines Körpertheils das bis dahin günstige Schwerpunktsverhältniss geändert wurde. Der Körper fällt dann einer trägen Masse gleich nach der einen oder anderen Seite hin, und das Thier wird durch diesen Ruck zu weiteren Bewegungen (öfter sogar ganz unregelmässigen convulsivischen Paroxysmen) veranlasst, während welcher es schliesslich wieder zum aufrechten Sitzen kommt. Das Gelingen dieses Versuchs erfordert gewisse, durch die oben gegebene Erklärung desselben motivirte Cautelien. Man muss nämlich das Thier gewöhnlich eine kurze Zeit lang mit sanftem Druck in der Rückenlage fixiren und dann äusserst behutsam die Hände wegnehmen, Beides, um irgend welche Bewegungen desselben zu verhüten, durch die der Körperschwerpunkt verrückt werden und das Thier auf die eine oder andere Seite fallen könnte. In Seitenlage ist, offenbar weil dieselbe (im Gegensatz zur Rückenlage) sofort percipirt wird, keine der Tauben, selbst wenn man den Körper von allen Seiten sorgfältig durch Unterlagen stützt, auch nur wenige Secunden lang zu erhalten.*)

*) Erwähnenswerth dürfte sein, dass drei meiner Versuchstauben (eine nach Extraction des can. vert. sup., zwei nach der des can. vert. inf.), wenn ich sie mit der nöthigen Vorsicht auf den Kopf an eine Wand oder noch besser in eine Ecke stellte, sehr oft Minutenlang ganz ohne Reaction diese sonderbare Haltung beibehielten.

Ich möchte die eben geschilderte Erscheinung nicht mit dem seiner Natur nach noch nicht völlig aufgeklärten sogenannten Hypnotismus identifizieren, obwohl eine mehr als äusserliche Verwandtschaft beider nicht unwahrscheinlich ist. Den directen Beweis, dass es sich nicht um gewöhnlichen Hypnotismus handelt, lieferten mir einige Thiere, die ich, vor der Operation ganz unter den nämlichen Manipulationen in die Rückenlage gebracht, trotz aller Mühe nicht in derselben zu halten vermochte, während dies nach Wegnahme der Canäle verhältnissmässig leicht und sicher bei ihnen zu erzielen war. Will man dennoch für die Erscheinung an der Benennung „Hypnotismus“ festhalten, so müsste man wenigstens sagen: Es ist ein Hypnotismus aus ganz bestimmten darin bestehenden Ursachen, dass der Taube, weil ihr die sichere Controle über Lage und Bewegung des Körpers theilweise verloren gegangen ist, das Unnatürliche ihrer Situation nur mangelhaft oder gar nicht zum Bewusstsein kommt, und sie sich deshalb auch von selber nicht veranlasst fühlt, dieselbe zu ändern. —

Viele der operirten Tauben zeigen noch zuweilen und zwar im Verlaufe der Nachbeobachtung eigenthümliche Paroxysmen, die mir bezüglich ihrer Ursache noch nicht völlig klar sind. — Sie bestehen darin, dass die Thiere, auf Kopf oder Hintertheil gestützt, mit dem entgegengesetzten Körperende kreisförmige Drehungen machen, so dass also der Körper die Figur eines auf die Spitze gestellten Kegels beschreibt. Ich habe bei allen derartigen Thieren secundäre Erkrankungen des Kleinhirns oder seiner Hüllen beobachtet und neige, jene Erscheinungen auf diese zu beziehen. —

Die Beine zeigen bei den Thieren mit lädirten verticalen Canälen ganz dieselben Unregelmässigkeiten wie bei denjenigen mit zerstörten horizontalen Canälen. Nur erscheint auch während des Sitzens die Stellung derselben mehr abnorm als in letzterem Falle; dies offenbar darum, weil der gestörten Balance um die Queraxe wegen der Körper selbst in Ruhe nur selten die normale Haltung hat, und dies natürlich auf die ohnehin schon unsicheren Stützen derselben den directesten Einfluss haben muss. Wo die Thiere auf das Hintertheil gestützt mit gerade erhobenem Vorderkörper dasitzen, werden die Beine, wie schon angedeutet, weit gespreizt nach vorne gestreckt, die Tarsaltheile liegen der Erde auf, während die Zehen, vielfach gar nicht den Boden berührend, zwecklos nach oben in die Luft stehen. Ganz wie in den früheren Versuchen, so konstatirt man auch bei diesen Thieren, dass die absolute Muskelkraft der Beine keine Einbusse erlitten hat, dass vielmehr nur die geordnete Motilität und das Bewusstsein von der

jeweiligen Stellung derselben beeinträchtigt ist. Man kann mit einiger Vorsicht den einen Fuss nach vor-, rück- oder seitwärts schieben, ohne dass die Taube Miene macht, was ein gesundes Thier sofort thut, diese Stellung zu ändern. Auch wenn die Thiere nach Locomotionen zur Ruhe kommen, sieht man häufig die Beine nicht, wie in der Norm, symmetrisch, sondern in anscheinend zufälliger Haltung ganz ungleich neben einander stehen.

Beim Laufen werden die Beine sichtlich unvollkommen gebraucht; bald allzusehr und ungleich stark gestreckt oder gekrümmt, oder ungleichmässig aufgesetzt. Oft rutschen die Tauben förmlich aus, bald scheint es wieder, wie wenn ihnen ein Fuss, bevor er den Boden erreicht, plötzlich unter dem Leib fortgezogen würde. Alle diese Erscheinungen gleichen denen sehr lebhaft, die man beim Menschen nach grauer Degeneration der hinteren Rückenmarksstränge beobachtet und könnten gleich diesen mit Recht auf den Namen „Ataxie“ Anspruch machen.

Auch beim Sitzen auf einer schmalen Kante, z. B. der Stuhllehne, zeigen sich die Thiere äusserst ungeschickt. Nur manchmal, wenn der Stuhl ruhig steht, vermögen sie sich mit einiger Sicherheit auf demselben zu halten. Wird derselbe aber in's Schwanken gebracht, so machen sie, und dies wird um so schlimmer, je eifriger sie sind, ganz ungeschickte, erfolglose Versuche sich festzuklammern, und fallen bald plump flatternd zur Erde. Bemerkenswerth, weil sehr beweisend, wie wenig die Thiere Herr über die willkürliche Bewegung ihrer Beine sind, ist der Umstand, dass sie nicht selten in Momenten, wo sie eigentlich die Zehen fest schliessen müssten, dieselben im Gegentheil weit von einander strecken. —

Den Kopf halten die operirten Tauben, wenn sie völlig zur Ruhe gekommen dasitzen, ruhig, und entweder ganz normal oder ein wenig nach rückwärts gebogen. Sowie sie aber irgend eine Locomotion zu machen oder den Kopf allein zu bewegen suchen, treten eine Anzahl ganz characteristischer Bewegungen desselben auf, und diese wiederum stets um so häufiger und heftiger, je stärker die Erregung des Thieres (der motorische Impuls) ist. Die Kopfbewegungen geschehen pendelartig in der Richtung von oben nach unten, doch nicht ganz einfach in einer Linie, der Kopf beschreibt vielmehr dabei die Figur einer Ellipse oder einer 8. Pendelbewegungen in mehr horizontalen Sinne (wie sie nach Läsion des can. horizont. constant) kommen niemals vor, so dass also gleich wie für die Schwankungen des Rumpfes auch für die abnormen Kopfbewegungen bestimmte Richtun-

gen je nach Läsion des horizontalen oder des verticalen Canals sich statuiren lassen, ein Umstand, auf den übrigens schon Flourens ausdrücklich aufmerksam gemacht hat. Bei einer Taube mit beiderseitiger Extraction von beinahe der Hälfte des canalis sup. maj., die in ihrem übrigen Verhalten allen anderen glich, fehlten die abnormalen Kopfbewegungen fast vollkommen, was ich einer gleich anzustellenden Ueberlegung wegen hervorzuheben nicht unterlassen will. —

Bei manchen Thieren beobachtet man auch in der Ruhe oder ohne dass sie heftige Bewegungen machen, eine sehr eigenthümliche Verdrehung des Kopfes, die bereits Goltz von einer seiner Versuchstauben genau beschrieben hat. Die Erscheinung ist, selbst ganz gleiche Verletzungen der Canäle vorausgesetzt, durchaus nicht constant; ich beobachtete sie sogar nur bei einer ganz kleinen Zahl der Versuchsthiere. Schon daraus liesse sich mit einiger Berechtigung der Schluss zieher, dass dieselbe nicht der Läsion der verticalen*) Canäle an sich zukommt. Zur Gewissheit wird dies erhoben, wenn man auf die Verhältnisse weiter eingehet. Vor Allem sah ich nie die Verdrehung unmittelbar nach der Verletzung, sondern stets im Laufe der Nachbeobachtung sich ausbilden, und dann zeigten sich in solchen Fällen stets ausgedehnte, weit über die ursprünglichen Grenzen der experimentellen Verletzung hinausgehende Erkrankungen des Knochens und secundäre Veränderungen an den Hirnhäuten und dem Kleinhirn. Genaue Experimente an dem letzteren Organ, die ich noch nicht angestellt habe, müssten die specielle Partie desselben nachweisen, von der die Erscheinung ausgelöst zu werden pflegt.

Wenn wir also auch das Phänomen als ein secundäres auffassen, so gehen wir doch an dieser Stelle genauer auf dasselbe ein, weil Goltz ihm einen fundamentalen Werth, wie wir gleich sehen werden, beigelegt hat.

Beschreiben wir zunächst die Erscheinungen genauer, die, was ich noch erwähnen muss, Goltz bei der am schwersten verletzten seiner Tauben am deutlichsten sah, so besteht dieselbe in einer Verdrehung des Halses und Kopfes bei nach vorne geneigtem Oberkörper, so zwar, dass in geringeren Fällen der Kopf mit der einen Seite der Erde aufliegt, während in ausgebildeteren Fällen das Hinterhaupt auf dem Boden, der Schnabel nach oben und rückwärts steht, und das rechte Auge nach links, das linke nach rechts gerichtet ist. Viele

*) Nach vorwurfsfreier Läsion der horizontalen Canäle allein habe ich die Erscheinung nie gesehen.

Thiere (und es scheinen dies die minder schwer lädirten zu sein) vermögen willkürlich diese Stellung mit der normalen zu vertauschen und verdrehen nur zeitweise den Kopf in der beschriebenen Art. Zwei Tauben dagegen, die ich Wochen lang beobachtete, vermochten den Kopf nie anders als in der beschriebenen Verdrehung zu halten. Suchten sie denselben zu bewegen, oder wollte man ihn künstlich in eine andere Stellung bringen, so schleuderten die Thiere denselben in kreisförmiger Richtung so lange hin und her, bis er schliesslich wieder in der alten Verdrehung zur Ruhe kam. Man hatte den Eindruck, als ob diese Kopfstellung für die Thiere die einzige bequeme wäre.

Sucht man sich das Wesen dieser Verdrehung klar zu machen, so ist zunächst die etwaige Annahme, dieselbe sei die Folge partieller Lähmung der Halsmusculatur, von der Hand zu weisen. Dagegen sprechen die Fälle, wo die abnorme Haltung nur zeitweise besteht und willkürlich geändert werden kann. Ebenso wenig lässt sich aber auch die Erscheinung auf einen partiellen Krampfzustand beziehen. Denn sucht man den verdrehten Kopf in die normale Haltung zurück zu bringen, so geht dies bei allen Thieren vollkommen leicht, ohne dass die Hand den geringsten abnormen Widerstand empfände. Im Allgemeinen scheint mir für das Phänomèn eine ähnliche Auffassung geboten zu sein, wie wir sie vorher für die der Läsion der Canäle direct folgenden Abnormitäten des Rumpfes, des Kopfes und der Extremitäten entwickelten. Es handelt sich wohl um Störungen in der Accomodation der Muskelbewegung speciell in der Weise, dass in gewissen Partien der Hals- und Nackenmusculatur die Fähigkeit geordneter Action erloschen oder beeinträchtigt ist, während sie in anderen erhalten blieb. Specielleres lässt sich in dieser Beziehung nicht sagen, es müsste denn vorher die Frage für sich experimentell in Angriff genommen werden.

Bekanntlich hat Goltz, anknüpfend an diese frappante Abnormität in der Haltung des Kopfes, die er für die unmittelbare Folge der Verletzung der Halbirkelcanäle hielt, sich bemüht, die Gleichgewichtsstörungen des Rumpfes lediglich als die Folgen der Unregelmässigkeiten der Kopfstellung zu erweisen, eine Ansicht, welche ich, wie schon hier bemerkt sei, durchaus nicht theilen kann, so wenig, wie ich den vorher geschilderten Pendelbewegungen des Kopfes diese Wirkung zuzuschreiben vermag. Vor Allem beobachtet man bei Thieren mit einseitiger Läsion der Canäle (auch von den verticalen sei dies hier schon im Voraus bemerkt) die deutlichsten und charactristischsten Störungen in Haltung und Bewegung des Körpers, während

sie den Kopf fast ausnahmslos ganz frei bewegen und normal halten. Ja selbst nach doppelseitiger Verletzung können, wie der vorher erwähnte Versuch beweist, bei vollkommen normalem Verhalten des Kopfes die deutlichsten Gleichgewichtsstörungen bestehen.

In Anbetracht des Gewichts aber, welches die Goltz'sche Theorie auf das Verhalten des Kopfes legt, suchte ich auch noch an einigen Thieren einen von diesem Forscher vorgeschlagenen directen Versuch zur Entscheidung der Frage auszuführen. Ich meine die künstliche Fixirung des verdrehten Kopfes in normaler Haltung. Bei Thieren mit Läsion der verticalen Bögen^{*)} gelang mir dieselbe sehr häufig in wünschenswerther Weise, ohne dass ich jedoch hierdurch irgend welche günstige Änderung in den Gleichgewichtsstörungen des Rumpfes zu erzeugen vermocht hätte. Einzelne Tauben erschienen im Gegentheil fast noch unsicherer als vorher, machten alle möglichen unregelmässigen Bewegungen und kamen gewöhnlich dann erst zur Ruhe, wenn sie rückwärts laufend an irgend einen Gegenstand anstiessen und das hoch erhobene Hintertheil an diesen, den gefesselten Kopf und die Brust auf die Erde stützen konnten.

Die zur Fixirung dns Kopfes in richtiger Haltung benutzte Vorrichtung bestand, wie ich noch erwähnen will, in einem kleinen Maulkorb, der von der Wurzel des Schnabels an, den ganzen Vorderkopf aufzunehmen hatte. An demselben waren zwei oder je nach Umständen mehr Schnüre befestigt, die, nachdem der Kopf gerade gerichtet war, an einem hinter der Insertion der Flügel um den Leib gelegten breiten Bande angeheftet wurden, so dass dadurch sowohl Vor- als Rückwärtsbewegungen, als auch Verdrehung des Kopfes unmöglich waren. —

Dass die operirten Thiere alle und fast ausschliesslich künstlich gefüttert und getränkt werden müssen, dürfte nach dem bis jetzt schon über die Bewegungsverhältnisse des Kopfes Gesagten nicht auffallend sein. Bei Versuchen zu fressen gerieren sie sich ganz in ähnlicher Weise, wie ich dies früher (canal. horizontal.) ausführlich schilderte. Sie beweisen, dass ihnen die willkürliche Direction der Kopfbewegungen fast vollständig abhanden gekommen ist. In der Art und Weise jedoch, wie am Kopf diese Störungen zu Tage treten, liegt nichts für

^{*)} Bei Tauben mit beiderseitig verletzten horizontalen Canälen, bei denen ich den etwaigen Einfluss der horizontal gerichteten Pendelbewegungen des Kopfes auf die Balance des Rumpfes zu studiren beabsichtigte, vermochte ich den Kopf nicht so zu fixiren, dass die abnormalen Bewegungen desselben vollständig verhindert wurden. Ich lasse diese Experimente daher ganz bei Seite.

die Läsion der verticalen Canäle Specifisches, im Gegensatz zu den so characteristischen Erscheinungen am Rumpf. Rein reflectorische Bewegungen des Kopfes sah ich die Thiere, wegen ihrer Indolenz freilich selten, anscheinend mit Geschicklichkeit ausführen, ganz wie Goltz dies bei seinen beiden Tauben constatirt hat. —

Die Flugfähigkeit war bei allen operirten Tauben so gut wie vollständig aufgehoben. Es will mir sogar scheinen, als ob die Zerstörung der verticalen Canäle das Vermögen zu fliegen verhältnissmässig noch schwerer beeinträchtigte, als diejenige der horizontalen, wofür eine Erklärung darin sich suchen liesse, dass für eine regelmässige Flugbewegung die vollkommene Balance um die (durch die beiden Flügelinsertionen gehende) quere Axe ganz besonders Bedingung ist.

Immer wieder drängt sich Einem übrigens bei solchen Thieren das gelegentlich der anderen Versuche schon berührte Missverhältniss auf, welches zwischen dem Grad der Einbusse an der Flugfähigkeit und dem am Gebrauch der Beine besteht. Ein Thier, welches noch ganz gut sich laufend fortbewegen kann, hat die Fähigkeit verloren, auch nur einen halben Fuss hoch zu fliegen. Es mag dies darin liegen, dass die Flugbewegung ganz enorm viel höhere Ansprüche an eine geordnete Muskelbewegung und vollkommene Körperbalance stellt, als eine ungeschickte Locomotion auf dem Boden. —

In zwei Versuchen beobachtete ich, was ich hier noch besonders hervorheben möchte, nach doppelseitiger ausgedehnter Läsion des einen der beiden verticalen Canäle eine zunehmende Besserung der verschiedenen Erscheinungen während der Zeit der Nachbeobachtung, was mir bei gleich starken Verletzungen der horizontalen Bogengänge niemals vorkam. Es lässt sich dies vielleicht damit erklären, dass die Folgen eines Defects des einen Canales durch den anderen intacten gleichwirkenden*) Canal einigermaassen ausgeglichen zu werden vermögen, während ja dem horizontalen Canal kein gleicher Ersatz zu Gebote steht. Dass aber auch bei Läsion der verticalen Canäle eine

*) Wenn ich im Verlauf dieser Arbeit sehr häufig von „Wirkung“, „Function“, „vicariiren“ der Canäle u. s. w. rede, so gebrauche ich diese Ausdrücke, ich bemerke dies im Voraus, mehr der Kürze wegen zur Bezeichnung dessen, was ich beobachtete, als dass ich damit die Halbcirkelcanäle bestimmt als selbstständige auf Körperbewegung und Gleichgewicht wirkende Organe bezeichnen möchte. Dass dieselben wirklich als eine Art von Centrum für diese Functionen anzusehen wären, wird, ich kann dies hier im Voraus bemerken, durch meine Untersuchungen nicht bestätigt.

solche Besserung selten beobachtet wird, möchte daher röhren, dass, wenn man nach ausgedehnter Zerstörung der Canäle die Thiere länger fortleben lässt, fast immer die nicht verletzten secundär erkranken und hierdurch die anfänglichen Erscheinungen gesteigert oder verändert und vermischt werden. —

Verletzung eines verticalen Canals auf einer Seite.

Im Allgemeinen ist es für die einseitige Verletzung eines verticalen Canals characteristisch, dass die Folgeerscheinungen derselben verhältnissmässig weniger intensiv sind als die der gleichen Läsionen eines horizontalen Bogenganges, und dass ferner auch den verschiedenen Graden der Verletzungen die Intensität der Folgen viel weniger scharf entspricht, als nach denen des horizontalen Canals. Indem wir uns einen Erklärungsversuch für dieses auffallende Verhalten für nachher vorbehalten, bemerken wir hier nur, dass wir, der letzteren Eigenthümlichkeit entsprechend, nicht wie beim horizontalen Bogen von verschiedenen Graden der Verletzung, der einfachen Durchschneidung und der ausgedehnten Zerstörung des Gebildes, getrennt handeln, sondern einfach die Folgen der einseitigen Läsion im Ganzen besprechen werden.

In Ruhe ist bei den verletzten Tauben die Haltung des Körpers sowie des Kopfes völlig normal und die Stellung des letzteren ändert sich auch bei Locomotionen der Thiere nicht. Die pendelnden Bewegungen des Kopfes in verticaler Richtung, wie wir sie nach doppelseitiger Verletzung constant sahen, kommen niemals vor, was in Bezug auf das oben Erörterte über das Verhältniss der Kopfbewegungen zum Körpergleichgewicht hier nochmals besonders hervorzuheben sein dürfte.

Wie alle verletzten Versuchsthiere zeigen auch die in Rede stehenden eine gewisse, jedoch verhältnissmässig nicht sehr ausgeprägte Trägheit. Man sieht sie öfter spontan sich fortbewegen, und um sie dazu anzureiben, bedarf es geringerer Reizung.

Unter allen lädirten Tauben ist bei diesen die Flugfähigkeit durchschnittlich am mindesten beeinträchtigt. Eine Einbusse haben zwar alle erlitten, und eine gewisse Ungeschicklichkeit und Mangelhaftigkeit in der Direction ist nie zu erkennen, aber die vollständige Unmöglichkeit zu fliegen, wie wir dies bei einseitiger Läsion des horizontalen Canals gar nicht selten fanden, constatirte ich in keinem Falle. Zum mindesten konnten die Tauben sich einige Fuss hoch erheben und auch

mehrere Schritte weit flattern, während kräftige Thiere sogar ziemlich geschickt und hoch durch's ganze Zimmer flogen, so dass man Spiegel und anderes Zerbrechliche sehr vor ihnen hüten musste.

Aus der verhältnissmässig geringen Einbusse, welche wir bezüglich des Fliegens, der schwierigeren, complieirteren Locomotionsweise, constatirten, könnte man schon a priori auch auf günstige Verhältnisse beim Laufen schliessen. Beobachtet man die Thiere hierbei, so macht sich eine gewisse Unsicherheit im Bein der lädirten Seite bemerkbar, ganz so, wie wir dies gelegentlich der anderen Verletzungen beschrieben. Das Bein ist meist mehr gebogen als das andere, wodurch der Körper ein wenig nach der lädirten Seite geneigt ist, es rutseht öfter aus und wird unrichtig aufgesetzt, so dass dadurch häufig leichte Schwankungen nach der betreffenden Seite hin erfolgen.

Bei manchen, freilich der Minderzahl der Thiere und den am wenigsten verletzten, besteht in diesen Erscheinungen beim Fliegen und Laufen der einzige sichtliche Effect der Läsion. In der Regel kommen aber dazu noch deutliche Erscheinungen gestörten Gleichgewichts am Rumpfe, die sich ihrer Natur nach den bei der doppelseitigen Verletzung geschilderten direct anschliessen. Bald besteht nur eine Tendenz nach vor- oder rückwärts zu fallen, also blosse Schwankungen des Rumpfes nach diesen Richtungen, bald fallen sie wirklich nach vorn oder hinten, auf Kopf oder Steiss. Auch bei Versuchen zu fliegen, oder wenn ihnen dies eine Strecke weit gelungen ist, stürzen sie vielfach nach vorne auf Kopf und Brust zu Boden. Eigenthümlich ist, und darin äussert sich die einseitig ausgeführte Verletzung, dass diesem Fallen nach vor- und rückwärts fast immer eine gewisse Tendenz nach der Seite der Läsion hin beigemischt ist, so dass also z. B. eine Taube mit Extraction des Canals auf der rechten Seite gewöhnlich nicht gerade nach vorwärts, sondern nach vorn und rechts stürzt und so gewöhnlich mit der rechten Seite des Kopfes und der Brust zuerst die Erde berührt.

Es erklärt sich dies, wie ich glaube, einfach in ähnlicher Weise, wie wir dies bei einseitiger Läsion des horizontalen Bogens sahen, nämlich damit, dass die regelmässig agirenden Muskeln der intacten Seite in ihrer Thätigkeit ein gewisses Uebergewicht über die funktionell gestörten der lädirten Seite äussern, und so der Körper etwas nach jener hin gedrängt wird. Bei stärkster Erregung bekommen manche Tauben ziemlich heftige Anfälle, in denen sie sich mehrmals hintereinander nach vor- oder rückwärts überschlagen. Hier und da sah ich einmal die Thiere auf die Seite der Läsion fallen und in

dieser Lage rapide den Körper im Kreise drehen, wie ich dies bei der doppelseitigen Verletzung schon beschrieben habe.

In der Fähigkeit der Nahrungsaufnahme waren die Versuchstiere nur wenig gestört; manche zeigten sogar kaum irgend welche Beeinträchtigung und wussten mit grösster Geschicklichkeit die Erbsen aus dem Futtertrog zu nehmen.

Die vorstehenden Erörterungen erhärten die Eingangs schon angeführte auf den ersten Blick sehr auffallende Thatsache, dass die Folgeerscheinungen der einseitigen Läsion eines verticalen Canals entschieden geringer sind, als diejenigen eines gleich starken Eingriffes an einem horizontalen Bogengang. Eine Erklärung dieses Verhältnisses scheint mir nahe zu liegen. Wir haben in dem canalis verticalis super. und canalis verticalis inf. zwei „gleich wirkende“ Gebilde. Wird das eine derselben lädirt oder ganz zerstört, so bleibt noch der volle Einfluss des intacten derselben Seite und deckt bis zu einem gewissen Grade den Ausfall. Ja es ist denkbar und gewinnt durch diesen letzten Umstand noch an Wahrscheinlichkeit, dass, wenn nur die Theile in dem durch's Experiment veraulassenen Zustand sich erhalten und nicht durch secundäre Erkrankungen noch der unverletzte Canal in Mitteidenschaft gezogen wird, eine Art „Gewöhnung“ des Organismus an den Verlust stattfindet. Hiermit steht die Beobachtung im vollen Einklang, dass die Folgeerscheinungen einseitiger Verletzung eines verticalen Canales unter allen Versuchen am frühesten sich zu vermindern beginnen und nicht ganz selten beinahe oder sogar gänzlich (nach einfachen Durchschneidungen) verschwinden. Wo nicht secundäre Erkrankungen der Canäle oder ihrer Umgebung eintreten, also der experimentell gesetzte Defect einfach bleibt, da sieht man fast immer schon nach Ablauf der nächsten 24 Stunden oder sogar noch etwas früher, die Erscheinungen sich mindern, namentlich auch die Flugfähigkeit besser werden; und mehrmals waren sogar schon nach einigen Tagen alle abnormen Erscheinungen so sehr reducirt, dass der Uneingeweihte die Tauben für völlig gesund gehalten hätte. Nur ein momentaner Ruck in einem Fuss, eine leichte Schwankung nach vor- oder rückwärts boten dem scharf Beobachtenden die unverkennbaren Rudimente der anfänglichen characteristischen Störungen.

Der Schilderung derjenigen Erscheinungen, welche wir als directe Folgen der einseitigen oder doppelseitigen Verletzung der verticalen Canäle auffassten, wollen wir hier noch die Erörterung gewisser Störungen anreihen, die gelegentlich jener Experimente mehr oder weniger

häufig auftreten, aber vorzugsweise als accidentelle aufzufassen sind. Sie werden die Berechtigung der bereits mehrfach gegebenen Warnung erhärten, keinen Versuch zu Schlüssen zu verwenden, der nicht durch genaue anatomische Untersuchung controllirt ist.

Zunächst sieht man nicht ganz selten bei den Thieren Bogenläufen von schwachen Andeutungen bis zu ziemlich heftigen und anfallsweise häufig auf einander folgenden Reitbahnbewegungen. Bei einem Theil dieser Fälle traten dieselben unmittelbar nach der Läsion auf, um sehr rasch, nach wenigen Stunden, schon wieder zu verschwinden, während sie bei einem anderen Theil erst im Laufe der Nachbeobachtung sich einstellen und dann mit mehr oder weniger grosser Deutlichkeit oft bis zum Tode des Thieres bleiben. Da die Manègebewegungen an und für sich etwas weit Frappanteres haben, als die den Versuchen direct folgenden Schwankungen um die Queraxe, so kann dadurch dem Bild solcher Experimente leicht ein ganz fremdartiger Character aufgeprägt werden, ja man könnte selbst die demselben eigentlich zugehörigen Symptome völlig übersehen. Ich habe den Reitbahngang hauptsächlich nach Verletzungen des canalis verticalis inf. und öfter, wenn dieselbe einseitig als wenn sie doppelseitig gemacht worden waren, auftreten gesehen.

In den Fällen, wo das Phänomen unmittelbar nach dem experimentellen Eingriff und rasch vorübergehend sich zeigt, dürfte eine (schon früher berührte) Erklärung in der anatomischen Anordnung zu suchen sein. Wie wir früher sahen, communiciren der knöcherne canalis verticalis inf. und der canalis horizontalis an der Kreuzungsstelle, so dass hier die beiden häutigen Bogen in unmittelbarer Berührung zusammenliegen. Bei Eröffnung des verticalen Canals fliest unter diesen Umständen gleichzeitig auch aus dem horizontalen die Perilymphe aus, was auf den betreffenden häutigen Canal einen nicht unwesentlichen, freilich rasch vorübergehenden (die Perilymphe ersetzt sich sehr bald wieder) Einfluss haben muss. Dem entspricht auch sehr gut, dass man solche Manègebewegungen oft schon in den ersten 24 Stunden nach der Operation wieder definitiv verschwinden sieht.

Bemerkenswerther noch als diese vorübergehenden sind die Reitbahnerscheinungen, welche erst in den folgenden Tagen nach der Operation beginnen und von da oft bis zum Tode gleich bleiben oder sich noch steigern. Man findet in solchen Fällen, was dieselben zur Genüge erklärt, ganz gewöhnlich secundäre Affectionen des horizontalen Canals, Blutungen in denselben, entzündliche Auflagerungen oder Anfüllung mit trüber eitriger Flüssigkeit. Den topographischen

Verhältnissen entsprechend, sind auch diese Vorkommnisse häufiger bei Experimenten am unteren als am oberen verticalen Canale.

Zur Befestigung dieser Auffassung dienten mir noch ein paar Experimente, durch die ich das von vorne herein herstellte, was bei den erwähnten Versuchen erst durch secundäre Erkrankungen sich vollzogen hatte. Ich entfernte bei einigen Thieren, sowohl ein- als beiderseitig, mit einem Stück des verticalen Canals auch ein etwa gleich grosses des horizontalen, und sah dann die Folgeerscheinungen der Verletzung beider in ganz ähnlicher Weise combinirt wie in jenen Versuchen.

Ich muss endlich noch hervorheben, dass manchmal auch im Laufe der Nachbeobachtung noch Reitbahnbewegungen vorkommen, die ich mir, da die Section keinerlei Veränderung des horizontalen Canals ergiebt, weder von den erwähnten Gesichtspunkten aus, noch überhaupt bis jetzt stichhaltig zu erklären vermag. Wo es bei einseitigen Verletzungen zu der Erscheinung kommt, könnte man vielleicht, sich einer früher entwickelten Anschauung erinnernd, daran denken, dass das (in Folge der Läsion des canalis verticalis) zwangsläufig gerade nach vorwärts strebende Thier zugleich nach der weniger leistungsfähigen, d. h. weniger coordinirt agirenden verletzten Seite durch ein Ueberwiegen der regelmässig fungirenden intacten Seite getrieben würde.

Was aber vor Allem wohl bei solchen Vorkommnissen mit in Rechnung gezogen werden muss, das ist eine etwaige directere Beteiligung des Kleinhirns. Denn dass dies Organ (in den meisten unserer Experimente freilich indirect durch die halbirkelförmigen Canale) zu den bis jetzt geschilderten Gleichgewichtsstörungen in inniger Beziehung steht, unterliegt für mich keinem Zweifel, wenn auch das Nähere in dieser Beziehung unserem Verständniss noch fern liegt. —

Gleichzeitige Verletzung aller drei Canäle, ein- und beiderseitig.

Nachdem wir nunmehr die einzelnen Canäle gesondert abgehandelt haben, kommen wir zu der Frage: Welche Folgen hat die gleichzeitige Läsion aller drei Canäle, sowohl auf einer als auf beiden Seiten? Die einschläglichen Versuche sind verhältnismässig sehr schwierig auszuführen und natürlich auch der längeren Dauer der Operation und der unumgänglichen ausgedehnteren Verletzung der Nachbartheile wegen weit eingreifender als alle anderen. Ich vermochte jedoch bei

einer Anzahl kräftiger Thiere dieselben glücklich, besonders auch mit Vermeidung irgend erheblicher Blutungen zu vollenden. In zwei Versuchen gelang es mir sogar beiderseits die drei Canäle fast ihrer ganzen Länge nach, jedenfalls mit Zurückbleiben nur kleiner Stümpfe zu entfernen, so dass ich also nicht allein über blosse Verletzungen, sondern auch über solche Thiere berichten kann, die der Canäle fast gänzlich beraubt waren.

Nehmen wir zunächst den Fall, es wären auf einer Seite alle drei Canäle in bekannter Weise in grösserer Ausdehnung zerstört.

Wie wir dies in der Mehrzahl der früheren Versuche sahen, zeigen auch solche Thiere in der Ruhe nur wenig Abnormes. Der Körper hat die gewöhnliche gerade Haltung und auch der Kopf bietet keine besondere Anomalie; namentlich werden abnorme Bewegungen desselben in der Ruhe sowohl, als auch, wie wir gleich im Voraus bemerken wollen, bei der Locomotion vermisst. Es steht dies gleichfalls mit den früheren Beobachtungen in vollem Einklang, wonach bei einseitiger Läsion abnorme Kopfbewegungen stets fehlten, während sie nach doppelseitiger ebenso constant gefunden wurden.

Fast noch schwieriger, wie nach den früher erörterten Verletzungen, verstehen sich die Tauben zu Locomotionen, sie suchen sich vielmehr stets in die nächste Ecke, womöglich unter die Möbel zu drücken. Spontan machen sie selten, meist vielmehr nur, wenn man sie heftig irritirt, Versuche zum Laufen. Die hierbei beobachteten Erscheinungen unterschieden sich kaum und höchstens gradweise von denen, die wir als Folge der anderen Versuche früher schilderten. Was zunächst die Beine betrifft, so functionirt das der intacten Seite völlig normal, während dasjenige der lädirten in sehr deutlicher Weise ganz die nämlichen Unsicherheiten und dieselben Unregelmässigkeiten beim Gebrauch bietet, die wir bei der isolirten einseitigen Läsion eines verticalen und des horizontalen Bogenganges ausführlich beschrieben und als die Folge gestörter Coordination der Muskelthätigkeit erwiesen zu haben glauben.

Zu den hierdurch bedingten Störungen kommt nun noch regelmässig bei stärkerer Erregung des Thieres Bogenlaufen (stets nach der lädirten Seite hin), und abwechselnd oder combinirt damit zeigen sich Schwankungen des Rumpfes nach vor- und rückwärts (Schwankungen um die Queraxe), so dass die Thiere sogar zuweilen nach vorne auf Kopf und Brust stürzen oder umgekehrt, was jedoch seltener, sich nach rückwärts überschlagen. Zuweilen kommen Anfälle von rapidem „zwangsigem“ Vorwärtslaufen vor, wie wir sie vorher

schon gelegentlich der doppelseitigen Läsion der verticalen Canäle sahen, mit dem Unterschiede jedoch, dass dabei nicht die völlig gerade Richtung eingehalten, sondern ein flacher Bogen (nach der lädirten Seite hin) beschrieben zu werden pflegt. Die Erscheinung würde in der bei Abhandlung der verticalen Canäle angegebenen Weise zu deuten sein.

Die Flugfähigkeit der Tauben ist durchschnittlich sehr stark beeinträchtigt, meist fast ganz aufgehoben. Nur ein, sogar sehr ausgiebig verletztes, aber ungemein kräftiges Thier vermochte ein paar Fuss hoch flatternd eine kurze Strecke zurückzulegen, um aber alsbald (im Bogen) auf den Kopf niederzustürzen.

Auf eine schmale Kante oder einen Stab gesetzt vermögen die Tauben, wenn man jene nicht erschüttert, ziemlich sicher zu sitzen; sie stürzen jedoch beim geringsten Schwanken derselben zu Boden.

Gehen wir nun auf die Erscheinungen ein, die die Tauben zeigen, wenn man ihnen auch auf der bis dahin **intacten Seite die drei häutigen Canäle möglichst vollständig zerstört**. Die (in Folge des ersten Experiments) bereits bestehende „Trägheit“ des Versuchstiers steigert sich dann in solchem Maasse, dass man nur mit grossen Schwierigkeiten dasselbe zu Locomotionen bringen kann.

Sitzt die Taube ruhig, so sind Kopf und Körperhaltung normal. Wird aber das Thier gereizt, so findet sich in Bezug auf das Verhalten des ersten eine ganz wesentliche Veränderung. Die Taube ist so gut wie nicht mehr im Stande willkürlich ihren Kopf zu dirigiren, jeder Bewegungsimpuls führt zu heftigen, meist annähernd kreisförmigen, oft auch ganz wirr und unregelmässig erscheinenden Schleuderbewegungen desselben, die mit dem Grade der Erregung des Thieres im Verhältniss sich verstärken. Es versteht sich hiernach fast von selbst, dass die Tauben ganz unfähig sind, ohne Hülfe ihre Nahrung aufzunehmen. Jeder Versuch hierzu führt statt zu einer geordneten Bewegung zu den beschriebenen heftigen Schleuderungen des Kopfes. Futter und Getränke müssen den Versuchstieren daher ausschliesslich künstlich beigebracht werden.

Die Fähigkeit zu fliegen haben die Thiere gänzlich verloren. Einen kleinen Rest in Form ganz kurzen ungeschickten Flatterns kaum einen Fuss hoch über dem Boden, sah ich wohl hier und da einmal bei einem ganz besonders kräftigen Thiere.

Jeder intensivere Versuch zur Locomotion führt zu ganz eigenthümlichen, je nach dem Grade der Erregung verschiedenen „krampfartigen“ Paroxysmen, anscheinend ganz ungeordneten unregel-

mässigen Zuckungen und Wälzungen. Sucht man jedoch dieselben genauer zu analysiren, so erkennt man, dass dieselben sich hauptsächlich aus Wälzungen um die Queraxe (Schwankungen und Fallen nach vorwärts und rückwärts und Ueberschlagen in dieser Richtung) und aus Manègebewegungen des verschiedensten Grades in allen möglichen Combinationen und wirrer Abwechslung sich zusammensetzen, mit einem Worte, wir haben eine Combination aller der Drehungen, Wälzungen u. s. w. vor uns, die wir einzeln früher den Verletzungen jedes einzelnen Canales folgen sahen. Eine eigentlich neue characteristische Erscheinung ist nicht hinzutreten; besonders möchte ich hervorheben, dass etwa von Wälzungen des Rumpfes um die Längsaxe (die durch die Mitte des Körpers vom Kopf zum Hintertheil gelegte Axe) nie eine Andeutung bemerkbar war. Es verdient auch hier nochmals constatirt zu werden, dass alle geschilderten Bewegungsstörungen in demselben Masse intensiver werden, je energischer das Thier sich zu bewegen strebt.

Was die Haltung und Bewegung der Beine anlangt, so zeigen die Tauben im Allgemeinen die nämlichen Unregelmässigkeiten, wie diejenigen mit Zerstörung eines oder zweier Canäle. Dieselben sind nur intensiver, so dass selbst auf kürzere Dauer von regulärem Laufen überhaupt nicht mehr die Rede ist. Sehr deutlich zeigen die Thiere die gelegentlich der früheren Versuche schon berührte Erscheinung, zufällige oder absichtliche Aenderungen in der Stellung der Beine nicht auszugleichen. Man kann, wenn es vorsichtig geschieht, das eine Bein weiter vorziehen als das andere, stärker abduciren u. s. w., ohne dass das Thier sich gemüsstigt sieht, diese Haltung, die es im gesunden Zustand keine Secunde dulden würde, zu ändern. Auch die Stellung der Flügel ist ganz gewöhnlich eine ungleiche und die Thiere fühlen sich dann nicht veranlasst, dieselbe in der normalen symmetrischen Haltung dem Körper anzulegen.

Vereinigt man sich die bis jetzt beschriebenen so bedeutenden Unregelmässigkeiten zu einem Bilde, so könnte man sehr leicht zu der Ansicht kommen, den Tauben sei überhaupt die Balance vollständig abhanden gekommen. Es ist daher besonders wichtig zu constatiren, dass dies keineswegs der Fall ist. Wir sehen vielmehr, wie schon erwähnt, dass die Thiere, wenn sie ruhig sitzen, Kopf und Körper ganz normal halten, wir sehen sie sogar leichtem Anstossen und anderen, freilich ganz geringen Bedrohungen des Gleichgewichts mit einigem Erfolg die Waage halten. Ja selbst auf einer schmalen Kante, z. B. der Stuhllehne, vermögen die Thiere noch zu sitzen, wenn man dieselbe

nicht in's Wanken bringt, und wenn sie selbst den Körper absolut ruhig halten. Bei der leichtesten Bewegung aber, z. B. schon einer kleinen Drehung des Kopfes fallen sie hilflos zu Boden.

Wir constatiren also eine sehr schwere Beeinträchtigung des Körpergleichgewichts, aber bestimmt keine völlige Einbusse desselben, und kommen damit zu dem wichtigen Schlusse, dass selbst nach Zerstörung aller häutigen Canäle durchaus noch nicht alle zur Balance in Beziehung stehende Einrichtungen eliminiert sind.

Es bleibt schliesslich hier noch zu erwähnen, dass ich selbst in den Fällen möglichst vollständiger Destruction aller Canäle das Gehörvermögen nicht aufgehoben, vielleicht nicht einmal wesentlich beeinträchtigt fand. Es hat übrigens, was ich nicht zu bemerken unterlassen will, die Constatirung dieses Factums einige und zwar darin begründete Schwierigkeiten, dass die Versuchstiere ihrer häufig erwähnten grossen „Trägheit“ wegen überhaupt und selbst auf die stärksten Geräusche nur sehr schwierig reagiren.

(Schluss folgt.)
