



dem Kgl. physiologischen Institute zu Königsberg i. Pr.

Der galvanische Schwindel in seiner Beziehung zum innern Ohr.

Inaugural-Dissertation

der

medizinischen Fakultät zu Königsberg i. Pr.

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

vorgelegt und nebst den beigefügten Thesen

öffentlich verteidigt

am Sonnabend, den 16. Februar 1895, Mittags 12 Uhr

von

Hans Strehl,

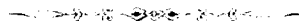
prakt. Arzt.



Opponenten:

Herr cand. med. **Wilhelm Braun.**

Herr cand. med. **Walther Rindfleisch.**



Königsberg i. Pr.

Druck von M. Liedtke, Bergplatz 7.

1895.



Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Geheimen Medizinalrat

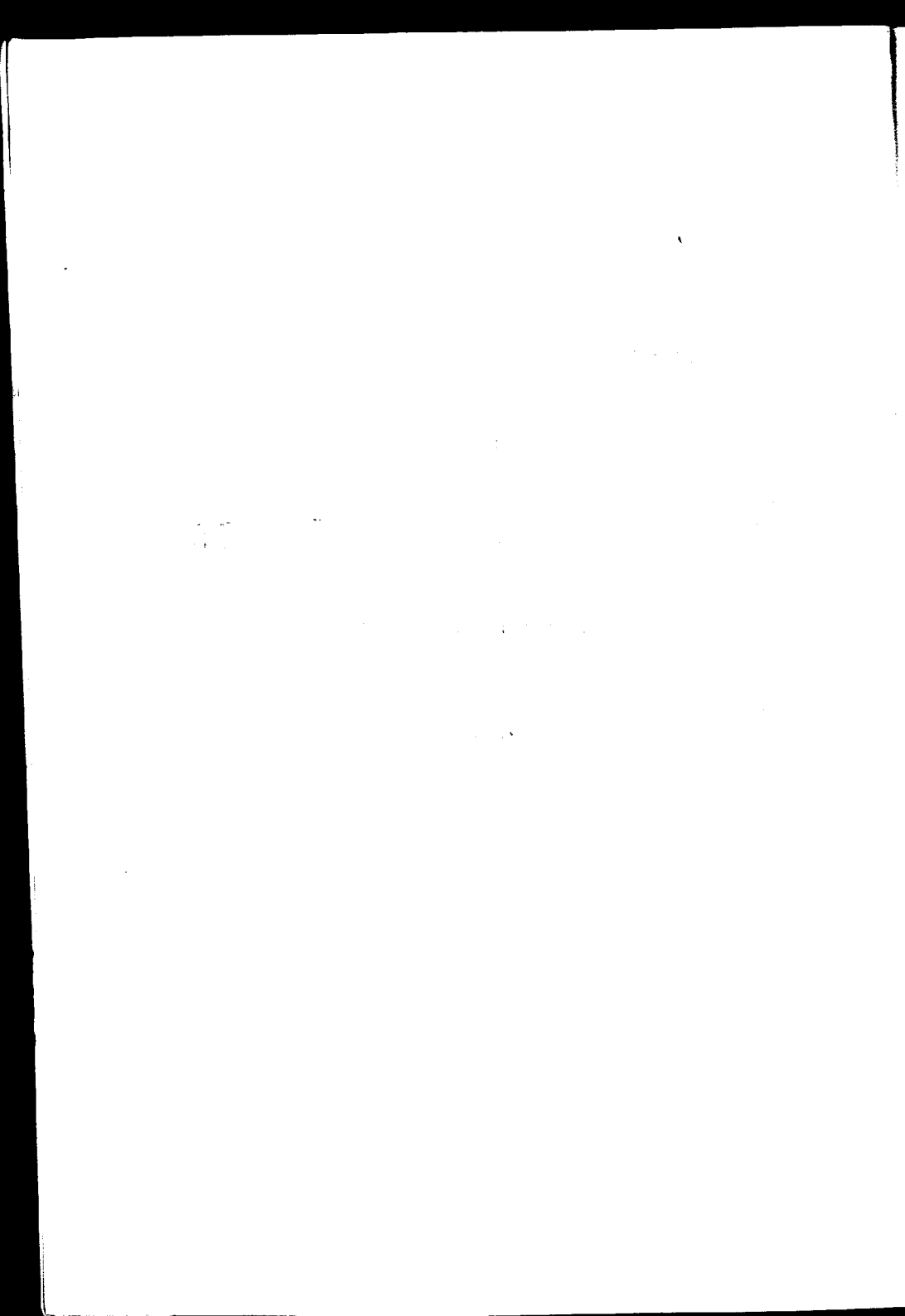
Professor Dr. L. Hermann

in Dankbarkeit und Verehrung

gewidmet

vom

Verfasser.



Leitet man einen konstanten galvanischen Strom quer durch den Kopf eines Menschen, und zwar so, dass die Elektroden in die Nähe der Ohren zu liegen kommen, so sieht man den Kopf resp. den ganzen Körper nach der Anode hinsinken, es tritt Nyctagmus ein, die betreffende Person hat Schwindelgefühl und zwar die Empfindung, dass sich die umgebenden Objekte von der Anode über oben nach der Kathode bewegen. Unterbricht man nach längerer Dauer den Strom, so nehmen Bewegung und Scheinbewegung die entgegengesetzte Richtung an.

Litteratur.

Schon den älteren Experimentatoren auf dem Gebiete der galvanischen Elektrizität war das Auftreten von Schwindel bei derartigen Versuchen bekannt, z. B. Augustin (Versuch einer vollständigen systematischen Geschichte der galvanischen Elektrizität und ihrer medizinischen Anwendung. Berlin 1803). Purkinje schildert die subjektiven Empfindungen schon sehr genau und erwähnt auch den Nachschwindel (Rust's Archiv für die gesamte Heilkunde etc. Band 23 aus dem Jahre 1827). Nach dem er über den rotatorischen Schwindel

gesprochen, äussert er sich folgendermassen über den galvanischen: „Es ist leicht zu vermuten, dass wenn ein Strom galvanischer Thätigkeit durch das Gehirn geführt werden könnte, dieser einseitige Reiz auch da Schwindelbewegungen erregen müsste. Dies gelingt vollkommen, wenn man die beiden Pole durch beide Ohren leitet. Man fühlt dann den Kopf eingenommen und einen allgemeinen schwindelhaften Zustand, dessen Richtung sich bei näherer Beobachtung als diejenige ausweist, die wir oben als senkrecht stehenden Kreis mit nach links und rechts gerichteter Peripherie beschrieben haben, dessen Fläche also mit dem Gesicht parallel geht, und der das Gehirn senkrecht von oben nach unten quer durchschneiden würde. Die Richtung der Kreisbewegung dieses Schwindels geht aufwärts von der rechten nach der linken Seite, wenn der Kupferpol im rechten Ohre, der Zinkpol im linken ist, umgekehrt aufwärts von der linken zur rechten, wenn der Kupferpol ins linke, der Zinkpol ins rechte Ohr eingebracht wird. So oft die galvanischen Leiter wieder abgezogen werden, tritt jedesmal der Schwindel in entgegengesetzter Richtung ein und dauert längere oder kürzere Zeit nach, je nachdem die primäre Einwirkung länger oder kürzer war.“ „Die galvanische Strömung scheint das Gehirn in der Richtung eines durch den geradgestellten Kopf senkrecht gehenden Kreises zu ergreifen, weil die Schwindelrichtung derjenigen entspricht, wo der Schwung der Drehbewegung in derselben Richtung das Gehirn getroffen hat. Sie würde also, wenn wir annehmen, dass ihr der Nervus acusticus und facialis zur Leitung dient, vom verlängerten

Rückenmark aus nach der Richtung der grossen Hirnschenkel und der gestreiften Körper das Gehirn ergreifen. Merkwürdig ist es, dass hierbei der Kupferpol auf positive Weise auftritt, dass seine Action der in anderen Versuchen vorkommenden mechanischen Läsion entspricht.“

Von späteren Forschern äussert sich zuerst Remak ausführlicher über diese Erscheinungen. (Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten. Berlin 1858.) Er beschreibt das Auftreten von Schwindel als Nachwirkung von Strömen, die den Kopf, Hals oder Nacken treffen, und erklärt ihn als auf Reizung des obersten Sympathicus-Ganglion oder des Vagus-Ganglion beruhend, giebt jedoch auch zu, dass es sich leicht um Kleinhirnreiz handeln könne und beruft sich dabei auf die Flourens'sche Entdeckung, dass Kleinhirnreiz Drehbewegungen hervorrufe. Ferner ist zu erwähnen Brenner (Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der Elektrotherapie. Leipzig 1868); Das Schwindelgefühl ist von den in den Sinnesorganen auftretenden Reizerscheinungen vollkommen unabhängig und besteht in einer Störung des Gleichgewichtes, welche nicht nur von der Versuchsperson gefühlt wird, sondern auch durch Schwanken derselben nach der Seite der Anode hin objektiv wahrgenommen werden kann. Als die Reizmomente erklärt er bei Stromschluss und -Dauer die Anode, bei Stromöffnung die Kathode.

Sehr ausführlich behandelt Hitzig (Versuche über das Gehirn. Berlin 1874) diesen Gegenstand. Er unterscheidet drei Grade des Schwindels, die entsprechend

der Stärke und Länge der Einwirkung des elektrischen Stromes und der individuellen Disposition früher oder später hervorgerufen werden können. I. Grad: Benommenheit; II. Grad: Augenbewegungen und Scheinbewegungen der umgebenden Objekte; III. Grad: Schwanken des Körpers. Von Wundt war behauptet worden, dass der Körper häufig zuerst bei Stromschluss nach der Kathode hinschwanke. Dieses ist durch Hitzig's exakte Versuche widerlegt worden; es wurden durch einen am Kopfe der Versuchsperson befestigten Pinsel die Bewegungen derselben auf einer Platte aufgezeichnet: die vom Pinsel gemalte Kurve deckte gleichzeitig bald mehr, bald weniger starke Schwankungen nach beiden Dimensionen der Sagittalebene auf, niemals waren jedoch zu Beginne nach der Kathode hin Schwankungen notiert. Ferner hat Hitzig zuerst die Bulbus-Bewegungen beobachtet und studiert. Er beschreibt sie folgendermassen:

„Ihrem Charakter nach sind die so an Gesunden hervorgebrachten Bulbus-Bewegungen fast immer associierte und lassen sich am besten mit der „Nystagmus“ genannten Affection vergleichen. Nur unterscheidet man hier immer deutlich, namentlich bei geringen Stromintensitäten eine schnell ruckartig ausgeführte Bewegung nach der einen Seite und eine langsamere nach der anderen Seite. Bei manchen Individuen gleicht unter einer bestimmten Reizgrösse die Iris dem Schwimmer eines Angelfischers, der langsam auf einem Flusse dahintreibt, bis er plötzlich an der Leine in entgegengesetzter Richtung zurückgerissen wird. Bei zunehmender Strom-

intensität wird der Rythmus schneller und schneller, bis endlich die Richtung der kurzen und ruckenden Bewegung dominiert, und der Bulbus bei sehr starken Strömen nur noch leise oscillierend im Augenwinkel festgehalten wird.“

Hitzig unterscheidet zwischen dem vorwiegend vorkommenden rotatorischen Nystagmus und dem horizontalen Nystagmus, bei beiden jedoch findet nach ihm die schnellere ruckende Bewegung in der Richtung des positiven Stroms statt. Hitzig legt hier immer Gewicht auf die schnelle, ruckende Bewegung, obwohl er selbst im Laufe der Abhandlung nur die langsame nach der Anode hin stattfindende Bewegung als von Galvanismus abhängig hinstellt. Ferner erwähnt er nicht völlig assoziierte Bewegungen, die dann zum Vorschein kämen, wenn nur eine Elektrode in der Gegend des Kopfes sich befände. Es findet dann an einem Auge Drehung um die sagittale, an dem anderen Auge Drehung um die vertikale Axe statt. Um direkte Reizung der Augen-Muskeln oder -Nerven könne es sich bei den komplizierten Bewegungen aus nahe liegenden Gründen nicht handeln. Es komme also nur centrale Reizung in Betracht.

Ferner hat Hitzig Pupillen-Veränderungen bei seinen Versuchen beobachtet, kann jedoch keine Gesetzmässigkeit dabei feststellen. Die nach der Anode gerichtete Körperbewegung hält Hitzig für unbewusst und willkürlich, ausgelöst durch das Gefühl des Fallens nach der Kathode; von den Augenbewegungen erklärt er die nach der Anode gerichtete langsame als vom Galvanismus abhängig, die ruckende nach der Kathode als unbewusst

und willkürlich. Auf eine genaue Lokalisation des Reizes im Gehirn lässt er sich nicht näher ein, erwähnt nur, dass Läsionen der Vierhügel, des Pons, der Kleinhirnschenkel und des Kleinhirns zu pathologischen Störungen ähnlicher Art führen. Er hält es für möglich, dass eine elektrotonisierende Wirkung auf die Nervensubstanz des Gehirns selbst überhaupt nicht oder nur in untergeordnetem Masse stattfindet und dass direkt nur die das Gefässkaliber beherrschenden Nerven beeinflusst werden. Dass der Bogengangsassarat dabei indirekt beteiligt sein kann, kann er nicht sicher ausschliessen, die wahrnehmende und bewogende Kraft aber kommt nach ihm jedenfalls dem Gehirn zu.

Schon 1870 hatte Goltz den Vestibular-Apparat als Sinnesorgan zur Erhaltung des Gleichgewichts beschrieben. In den nächsten Jahren stellte Brauer und Mach unabhängig von einander ihre Theorie über die Art der Funktion dieses neuen Sinnesorganes auf. Bei den verschiedenartigsten Experimenten ist jedoch der galvanische Schwindel direkt nur wenig untersucht worden. Eine Arbeit von Kny aus dem Jahre 1887 (Untersuchungen über den galvanischen Schwindel. Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten XVIII) behandelt diese Untersuchung ausschliesslich. Kny bestätigt vollständig die Anschauungen Hitzigs. Nur betont er, dass die Augenbewegungen primär sind, die Scheinbewegungen der Objekte sekundär und das erstere ohne letztere durch lange Gewöhnung vorkommen können, nie jedoch letztere ohne erstere. Sodann weist er nach, dass der rotatorische Nystagmus die konstante Reaktion für auf die Ferne ein-

gestellte Augen ist. Lässt man dagegen während des Versuchs in der Nähe einen Gegenstand fixieren, so verwandelt sich der rotatorische Nystagmus in den horizontalen. Er schliesst ferner die direkte Abhängigkeit der Augenbewegung von der Körperbewegung aus, da Augenbewegungen auch bei fixiertem Kopfe vorkommen. Er kommt zu dem Endresultat, dass das Schwindelgefühl jedenfalls nicht durch Reizung des Vestibularapparates direkt hervorgerufen werde.

William James („The sense of dizziness in deaf-mutes“ Cambridge 1882) untersuchte Taubstumme auf Gleichgewichtstörungen und speciell auf den galvanischen Schwindel, da er annahm, dass bei vielen derselben das ganze Labyrinth nicht mehr functioniere. Mygind fand bei 118 Sektionen von Taubstummen, dass 56 % pathologische Veränderungen der Bogengänge zeigen, während die Schnecke in bedeutend weniger (über 10 %) Fällen afficiert war. Wären nun die Bogengänge ein Sinnesorgan zur Erhaltung des Gleichgewichtes, so müssten bei Taubstummen häufig Gleichgewichtsstörungen vorkommen, wären ferner die Bogengänge die Ursache des galvanischen Schwindels, so müsste dieser bei Taubstummen häufig vermisst werden. James hat 519 Taubstumme durch Rotation schwindlig zu machen versucht, bei 186 gelang es ihm absolut nicht, also bei 34 %, während von 200 Gesunden nur einer nicht schwindlig wurde. Von diesen durch Rotation nicht beeinflussten hat er 41 mit dem galvanischen Strom untersucht; es reagierten 34 nicht darauf, also fast 83 %. Von 21 durch Rotation beeinflussten Taub-

stummen versagten $7 = 33.3\%$, im ganzen reagierten also von 62 Taubstummen 41 nicht, also 66.1% .

Ferner hat Pollak in Wien (Über den galvanischen Schwindel bei Taubstummen und seine Beziehungen zur Function des Ohrlabyrinths, Pflügers Archiv 54) Taubstumme, die teilweise vorher von Kreidl (Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths auf Grund von Versuchen an Taubstummen. Wiener physiolog. Institut. Pflügers Archiv 51) auf Rotationsschwindel untersucht waren, galvanisch geprüft. Er kommt zu folgenden Resultaten: Untersucht wurden 82 Taubstumme, die Kopfbewegungen fehlten bei $27 = 33\%$, waren fraglich bei $5 = 6\%$; Augenbewegungen fehlten bei $25 = 30.5\%$, waren fraglich bei $4 = 4.9\%$. Weder Augen- noch Kopfbewegungen zeigten $24 = 29.3\%$. Von den Taubstummen, die bei Kreidl auf der Drehscheibe keine Augenbewegungen zeigten, hatte nur etwa die Hälfte (58%) keinen galvanischen Nystagmus; ferner von denen, die bei Kreidl's Versuchen auf dem Caroussel einen Zeiger hatten vertikal stellen können, zeigten nur ca. $\frac{2}{3}$ (66%) keine Kopfbewegung beim Galvanisieren. Diese Resultate will Pollak folgendermassen in Einklang bringen: Kreidl untersuchte die Augenbewegungen nur bei Drehung um die vertikale Axe, dabei kommt offenbar hauptsächlich nur der horizontale Bogengang in Betracht. Bei der Galvanisation des Kopfes werden dagegen alle drei Bogengänge gereizt. Es ist daher, wie er es ausdrückt, mehr als wahrscheinlich, dass in den Fällen, bei welchen Kreidl keine Augenbewegungen konstatieren konnte, bei denen jedoch beim Galvani-

sieren diese ausgelöst wurden, die horizontalen Bogengänge zerstört, die sagittalen und frontalen oder wenigstens der eine oder der andere derselben leistungsfähig waren*). Pollak findet bei kritischer Durchsicht der von Mygind gesammelten Fälle, dass nur bei 33, also 28% die Bogengangsapparate vollständig fehlen, was mit seinen Resultaten ziemlich genau übereinstimmt. Das Resumé von Pollak lautet: 1. Der galvanische Schwindel entsteht durch Reizung des Vestibular-Apparats. 2. Die Reizung des Vestibular-Apparats am normalen Menschen giebt sich durch typische Kopf- und Augenbewegungen kund. 3. Der Ausfall dieser Kopf- und Augenbewegungen bei ca. 30% Taubstummen, verglichen mit der Mygind'schen Statistik, spricht für die von Breuer angenommene Funktion der Bogengänge und des Otolithen-Apparats. 4. Dass die meisten von jenen Taubstummen, welche auf der Drehscheibe und im Caroussel keine Augenbewegungen und keine Täuschungen über die Vertikale zeigen, auch die charakteristischen Äusserungen des galvanischen Schwindels nicht haben, deutet auf eine beiden Gruppen von Erscheinungen gemeine Ursache, nämlich den Ausfall der Vestibular-Funktion.

*) Es ist eigentlich nicht einzusehen, weshalb Pollak, bevor er eine solche Behauptung aufstellt, nicht zuvor dieselbe durch ein naheliegendes Experiment zu beweisen sucht, nämlich dadurch, dass er die Taubstummen in horizontaler Lage rotierte. Es würden dann die verticalen Bogengänge hauptsächlich in Betracht kommen und müssten die Personen, die sitzend wie liegend rotiert keine Augenbewegungen zeigen, auch auf den galvanischen Strom versagen. D. Verf.

Neben diesen an Menschen ausgeführten Versuchen hat man auch an Tieren experimentiert. Wie weit man bei Tieren von Schwindelgefühl sprechen kann, dürfte wohl fraglich sein. Jedenfalls beobachtet man, wenn man einen galvanischen Strom von Ohr zu Ohr leitet, eine Kopf- resp. Körperbewegung nach der Anode, bei Stromöffnung umgekehrt. Diese Erscheinung bezeichnet man als Reaktion auf den galvanischen Strom. Die Körperbewegungen kann man bei Kaninchen z. B. zu den stärksten Rollbewegungen steigern. Man hat nun den Tieren die Labyrinth exstirpiert oder die Nervi acustici durchschnitten und dann den galvanischen Versuch gemacht. So experimentierte Tomasczewicz (Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths. Diss. Zürich 1877), unter der Leitung des Herrn Geheimrat Hermann an 3 Kaninchen mit durchschnittenen Acustici; sie zeigten normale Reaktion. Spamer hat Tauben ohne Bogengänge galvanisch untersucht, sie sollen etwas schwächer als normale Tiere reagiert haben. Breuer hat an Tauben experimentiert, ohne das Labyrinth auszuschliessen; er findet die Kopfneigung nach der Anode bei Stromschliessung konstant, glaubt durch besondere Anordnung des Versuchs Stromschleifen, die durch das Gehirn gehen könnten, ausgeschlossen zu haben und erklärt deshalb den galvanischen Schwindel als auf Reizung des Vestibular-Apparats beruhend. Mach (Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen, Leipzig 1875) dachte auch an eine Reizung des Labyrinths, zweifelt jedoch selbst an der Richtigkeit seiner Anschauung, da er nach bedeutender Versetzung der Elektroden nur

minimale Variationen der Erscheinungen auftreten sieht. Er hat auch galvanische Durchquerung von Fischen versucht, indem er das ganze Fischbassin in einen Ruhmkorff'schen Apparat einschaltete. Er fand keine sichere Reaktion: die Fische legten sich auf den Rücken, bekamen meist Tetanus, erholten sich jedoch bald. Das Umlegen der Fische fand nicht konstant nach einer Seite hin statt. Bei Anwendung des konstanten Stromes an *Cobitis barbatula* L., dem die beiden mit Kochsalzlösung getränkten Elektroden an den Kopf gehalten wurden, fand er stets ein Seitwärtslegen derartig, dass der Rücken gegen den Zinkpol zeigte.

Besonders interessant sind die Versuche und Resultate Ewalds (Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus. 1892) an Tauben. Er unterscheidet bei der galvanischen Reizung eine Labyrinth-Reaktion und eine Neben-Reaktion. Zu ersterer rechnet er das allmähliche Neigen des Kopfes von der Kathode weg, wie man es allein bei allmählichem Anwachsen des Stromes rein beobachten kann. Die Neigung soll bis ca. 50° betragen können. Dann treten gewöhnlich allgemeine turbulente Bewegungen auf, welche Ewald auf Stromschleifen durch ausserhalb des Labyrinths gelegene Teile auffasst. Starke Gehörsempfindungen und Schmerz an den Elektroden werden, wie er meint, sich wohl dazustellen. Neben-Reaktion wird ausser Labyrinth-Reaktion beobachtet immer bei plötzlichem Stromschluss: das Tier zuckt zusammen und macht eine kurze Bewegung mit beiden Flügeln. Ein Labyrinth reizt er so, dass er eine Elektrode am Ohr befestigt, die andere in der crista

sterni; er findet, dass sowohl die Kathode wie die Anode auf das Labyrinth wirken, die Kathode stark reizend und die Anode hemmend. Auf welche Teile der elektrische Strom dabei wirkt, darüber könne er vor der Hand noch nichts aussagen, nur liesse sich im Allgemeinen angeben, dass das Labyrinth zu erhöhter Thätigkeit angeregt wird, wenn der elektrische Strom zu den Endpunkten des Organs hinfliesst, und dass seine Thätigkeit herabgesetzt wird, wenn die Ströme zum Stamme des Octavus hinfliessen. Er kommt zu dieser Ansicht durch seine Versuche an eines oder beider Labyrinth-beraubten Tauben. Hat man einer Taube beiderseits das Labyrinth herausgenommen, so findet bei der galvanischen Durchströmung des Kopfes keine Reaktion mehr statt, selbst wenn man relativ starke Ströme durchleitet. Bei Tauben mit nur einseitig exstirpiertem Labyrinth kommt es auf die Lage der Kathode an: liegt diese an der nicht-operierten Seite, so findet eine sehr starke Reaktion statt; liegt sie an der labyrinthlosen Seite, so tritt keine Reaktion ein. Nebenreaktionen sollen aber bei allen diesen Versuchen vorkommen können. Ist auf beiden Seiten das Labyrinth exstirpiert, so soll es doch noch Stamm-Reaktionen geben durch den von der Kathode gereizten Acusticusstumpf: diese Stammreaktion soll jedoch sehr gering sein, sodass man sie vernachlässigen kann, stimmt aber mit der Richtung der Labyrinth-Reaktion überein.

Eigene Versuche.

Meine Versuche über den galvanischen Schwindel habe ich seit dem Jahre 1892 in dem Königlichen

physiologischen Institute zu Königsberg unter der Leitung des Geheimen Medicinalrates Herrn Professor Dr. Hermann angestellt. Meine Versuche erstrecken sich auf Frösche, Tauben und Menschen. Es lag mir nicht daran, die einzelnen Characteristica des Schwindels zu studieren, sondern nur das Auftreten resp. Ausbleiben bei gesunden Tieren und Menschen, dann bei Tieren, denen eins oder beide Labyrinth exstirpiert waren, und schliesslich bei Taubstummen festzustellen, um daraus die eventuellen Beziehungen des inneren Ohres zum galvanischen Schwindel zu folgern.

I. Versuche an Fröschen.

An Fröschen wurden die Versuche folgendermassen angestellt: der Strom wurde aus 1—2 kleinen Chromsäure-Elementen bezogen und durch eine Pohl'sche Wippe und einen Vorreiberschlüssel zu den beiden aus dünnen Stecknadeln hergestellten scharfen hakenförmigen Elektroden, die in die beiden Trommelfelle des frei auf dem Tische sitzenden Frosches eingehakt waren, geleitet. Bei Stromschluss fand jedesmal eine Neigung des Kopfes und des grössten Theils der Wirbelsäule von der Kathode weg nach der Anode hin statt. Bei stärkeren Strömen waren die Bewegungen des Frosches zu diffus, um genauer beobachtet werden zu können, da die Stromschleifen theils direkt, theils indirekt auf fast alle Muskeln einwirken mussten.

Um nun Fröschen das Labyrinth zu exstirpieren, standen mir zwei Wege frei; ich konnte von oben aussen oder vom Munde her in die Ohrhöhle gelangen. Letztere Methode, die zuerst von Schrader angewendet ist, hat den Vorzug, dass man ohne Blutverlust auf die unten an



der betreffenden Stelle knorplige Schädeldecke gelangen kann, indem man nach Spaltung der Schleimhaut die darunter liegende Carotis bei Seite schiebt. Durch die Knorpel sieht man die Otolithen-Säckchen durchschimmern. Man eröffnet an dieser Stelle leicht die Ohrhöhle mit Hülfe eines Messers, fasst das Otolithen-Säckchen mit einer feinen Pincette und kann so das ganze häutige Labyrinth bequem herausziehen. Natürlich ist jeder Bogengang an einer Stelle entzwei gerissen, doch bleibt nichts im Knochen zurück, wie man sich durch genaue Besichtigung des herausgenommenen Labyrinths überzeugen kann. Ich habe ziemlich häufig nach dieser Methode operiert, fand jedoch die andere Art, von aussen her in das Labyrinth einzudringen, bequemer.

Ich ging folgendermassen dabei vor: ich spaltete die Haut über dem Os petrosum von einem Trommelfell bis zum anderen, dann machte ich einen Medianschnitt, bog die entstandenen vier Hautlappen zurück und beschwerte sie durch Heranhängen kleiner Klemmen, da sie bei Bewegungen des Frosches, der auf dem Bauche liegend angebunden ist, leicht zurückklappen. In diesem so entstandenen viereckigen Felde sieht man vor sich zuerst die Fascie; diese wird vorsichtig entfernt, ohne die darunter liegende und durchschimmernde Arteria occipitalis zu verletzen. Dann wird die Arterie durchschnitten, nachdem man sie durch Kompression neben der Wirbelsäule blutleer gemacht hat. Doch da es unbequem ist, während der ganzen Operation mit der einen Hand zu komprimieren, und die Blutung bisweilen am anderen Ende der Arterie noch störend auftritt, ist

es besser, die Blutung mit dem Galvanocauter zu stillen. Dann löst man den *Musculus temporalis* von seiner oberen Insertion ab, klappt ihn zurück und hat so das Felsenbein vor sich liegen. Nachdem man sich am knöchernen Präparat genügend orientiert hat, bohrt man mit der Messerspitze eine Öffnung in das Felsenbein und erweitert diese, bis man bequem mit einer kleinen Pincette eingehen kann. Es ist zweckmässig, zuerst mit einer Nadel das Otolithen-Säckchen zu öffnen und mit einer fein gezogenen Glasröhre die Otolithen-Krystalchen herauszusaugen und dann erst mit der Pincette das Labyrinth zu fassen. Man überzeugt sich davon, ob das ganze Labyrinth entfernt ist, dadurch, dass man in einem Uhrschildchen in Wasser genau untersucht, ob es vollständig ist. Nur in diesem Falle wurde die Exstirpation als gelungen betrachtet. Nachdem auf der anderen Seite ebenfalls das Labyrinth exstirpiert war, wurden die *Musculi temporales* wieder an den Knochen herangelegt, die Fascie darüber und dann die Hautlappen durch mehrere Knopfnähte wieder vereinigt.

Ein beiderseits operierter Frosch reagiert sicher auf den galvanischen Strom, vielleicht noch stärker als ein gesunder. Ein auf einer Seite operierter Frosch reagiert ebenso konstant auf den Strom wie ein normaler, doch scheint die Bewegung noch lebhafter zu sein, wenn die Kathode an der operierten Seite liegt.

II. Versuche an Tauben.

Zu meinen galvanischen Versuchen standen mir mehrere Tauben zu Gebote, denen bereits die Labyrinth

exstirpiert waren: zwei von Herrn Professor Ewald, eine einseitig, eine doppelseitig operierte, sodann fünf, die der frühere Assistent des hiesigen physiologischen Instituts, Herr Dr. Matthias operiert hatte. Die Versuche sind sowohl bald nach der Operation, als auch bei denselben Tieren lange Zeit nach der Operation (bis zu einem Jahre) gemacht worden. Ausserdem habe ich auch einige Tauben selbst operiert. Die Exstirpation des Labyrinths wurde nach den Angaben Ewalds gemacht. Die von Ewald angegebenen Instrumente haben sich alle als sehr zweckmässig bei den im Königsberger physiologischen Institute ausgeführten Operationen bewährt.

Taubenhalter, Westin'sche Lupe, elektrische Beleuchtung sind sehr zweckmässig, ein guter Galvanokanter ist unumgänglich notwendig, ferner brauche ich Messer, Scheeren, Pincetten, ein trephineartiges Instrument zum Anbohren der Ohrhöhle und ein kleines Häkchen zum Herausholen des häutigen Labyrinths. Die exstirpierten Stücke werden auf ihre Vollständigkeit untersucht und mit der Nummer der Taube versehen aufbewahrt.

Bei den galvanischen Durchströmungsversuchen wurde jedoch nicht der von Ewald angegebene complicierte und teure Elektrodenhalter angewendet, sondern ein viel einfacherer, von Herrn Geheimrat Hermann construierter. Er besteht aus einem halbkreisförmig gebogenen dünnen Draht, dessen eines Ende rechtwinklig nach innen umgebogen und knopfartig aufgerollt ist. An der Abknickungsstelle ist der eine Leitungsdraht angelötet. Das andere Ende des Bügels ist um ein rundes

Stückchen Holz gewunden. Durch dieses Stückchen Holz führt ein mit dem zweiten Leitungsdraht verlöteter, innen auch knopfförmig aufgerollter Draht. Die Distanz der beiden knopfartigen Elektroden lässt sich bequem jeder Kopfbreite anpassen; ferner liegt der Bügel tadellos fest, wenn man ihn nach dem Anlegen etwas zusammen-drückt. Die Elektroden liegen in den äusseren Gehörgängen, in die vorher kleine, mit Kochsalzlösung getränkte Schwämmchen hineingesteckt sind. Im Stromkreise befindet sich natürlich ein Stromwender und ein Schlüssel. Die Taube befindet sich ohne Kopfkappe frei auf dem Tische stehend. Einige Versuche wurden auch an Tauben angestellt, die in ein Tuch eingerollt waren, sodass nur Hals und Kopf herausragten.

Die Resultate waren bei beiderseits operierten Tauben stets dieselben wie bei normalen; es fand jedesmal bei Stromschluss eine Neigung des Kopfes von der Kathode weg statt. Um diese Reaktion bei den labyrinthlosen Tauben hervorzurufen, brauchte ich nicht stärkere Ströme anzuwenden als bei gesunden Tauben, auch konnte ich die Energie, mit der die Kopfneigung ausgeführt wurde, nicht geringer finden als bei gesunden Tauben. Zeigte sich einmal die Anwendung eines stärkeren Stromes notwendig, so konnte dies immer auf mangelhafte Anlegung der Elektroden zurückgeführt und leicht beseitigt werden. Die von Ewald einseitig operierte Taube scheint eine stärkere Reaktion zu zeigen, wenn die Kathode an der nicht verletzten Seite liegt, als umgekehrt. Wie weit das im Allgemeinen zutrifft, bin ich nicht im Stande zu sagen.

Ich möchte noch kurz einige Versuche anführen, welche ich unter der Leitung des Herrn Geheimrat Hermann angestellt habe, über die Fähigkeit labyrinthloser Tauben, den Schall wahrzunehmen. Von Ewald ist behauptet worden, dass der Acusticusstumpf im Stande sei, Schallschwingungen zu empfinden. Er schloss dieses daraus, dass labyrinthlose Tauben auf Schall constant reagieren, dass diese Reaktion aber fortfällt, wenn die Acusticusstümpfe durch Auflegen einer Arsenikpaste abgetötet seien. Ewald giebt aber zugleich an, dass ihm dies letzte Experiment nicht mehr gelinge, woran das liegt, weiss er nicht. Fano und Masini (*Interno algi effetti delle lesioni portate sull' organo dell' udito. Sperimentale XLVII, 1893*) bestätigen das Hören labyrinthloser Tauben. Ebenso auch Wundt („Akustische Versuche an einer labyrinthlosen Taube“), der mit einer von Ewald operierten Taube experimentierte. Matte (*Experimenteller Beitrag zur Physiologie des Ohrlabyrinthes. Pflügers Archiv 57*) bestreitet die Fähigkeit labyrinthloser Tauben, Schall zu empfinden. Ich bin zu dem Resultat gekommen, dass labyrinthlose Tauben sehr wohl imstande sind, Schall wahrzunehmen. Die Tauben zeigen dabei eine konstante Reaktion; sie besteht in einem Vorstrecken und Schütteln des Kopfes, Bewegungen, die sehr an die Reaktion auf Kitzelgefühl erinnern. Ich habe ferner mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nachgewiesen, dass diese Schallwahrnehmung durch den Tastsinn geschieht; den Sitz des empfindenden Organes kann ich nicht angeben. Es könnten sehr wohl die Füße sein, oder es könnten auch

die Federn oder die Luftsäcke als empfindliche Resonatoren dienen. Im Anschluss an diese auffallende Tatsache untersuchte ich auf Anregung des Herrn Geheimrat Hermann aus den beiden hiesigen Taubstummenanstalten je zwei Schüler, von deren totaler Taubheit die Lehrer völlig überzeugt waren. Es stellte sich hier heraus, dass auch diese imstande sind, Schall wahrzunehmen. Das Nähere über diese Versuche wird an anderer Stelle veröffentlicht werden.

III. Versuche an Menschen.

Auf den Rat des Herrn Geheimrat Hermann habe ich auch Versuche über den galvanischen Schwindel an Taubstummen angestellt. Es wurden mir dazu die Schüler der beiden hiesigen Taubstummeninstitute, des „Provinzial-Taubstummen-Instituts“ und der „Königsberger Vereins-Taubstummenanstalt“ von den Herren Directoren in der liebenswürdigsten Weise zur Verfügung gestellt, wofür ich den Herren auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank sage. Bei allen den zahlreichen und zeitraubenden Versuchen wurde ich in der freundlichsten Weise von den Herren Taubstummenlehrern unterstützt, ohne deren Hilfe es mir häufig ganz unmöglich gewesen wäre, zu einem Resultat zu gelangen.

Die erste Untersuchung habe ich mit Hilfe des Herrn Dr. Podack, z. Z. Assistenzarzt in der hiesigen Königl. medicinischen Klinik, im Sommer 1892 in den Taubstummen-Instituten selbst gemacht. Es wurde immer darauf geachtet, dass die schon Untersuchten mit den noch zu Untersuchenden nicht in Verkehr

treten konnten und sie auf die zu erwartenden Erscheinungen vorbereiten konnten. Eine ganz gewaltige, häufig nicht zu überwindende Schwierigkeit bei diesen Untersuchungen ist der Umstand, dass den meisten Taubstummen der Begriff „Schwindel“ absolut unbekannt ist. Wenn man sichtlich von Schwindelgefühl ergriffene Kinder nach ihren Empfindungen befragt, so giebt das eine wohl an, dass sich die Gegenstände mit ihm bewegt hätten, oder ein anderes vergleicht seinen Zustand mit dem eines Betrunkenen, ein drittes aber steht stumpfsinnig da, giebt auf alle Fragen verneinende Antworten und macht den Eindruck, als ob ihm sein Zustand gar nicht zum Bewusstsein gekommen sei; ein viertes will mit deutlichem Ausdruck der Furcht vor etwas ihm Unerklärlichem davonlaufen.

Zu den Versuchen wurde eine kleine Chromsäure-Tauchbatterie von 18 Elementen angewendet, von denen gewöhnlich jedoch nur die Hälfte benutzt wurde. Der Strom wurde durch einen Vorreiberschlüssel, Pohl'sche Wippe und Ampéremeter zu den beiden mit Leder überzogenen Knopfelectroden geleitet, diese mit Kochsalz gut durchfeuchtet auf die beiden Processus mastoidei der Versuchsperson aufgedrückt. Die Stromstärke betrug, wenn der Kopf in den Strom eingeschaltet war, 5—10 M. A., je nachdem Haut und Electroden mehr oder weniger gut durchfeuchtet waren. Ich habe, ohne unangenehme Zufälle zu beobachten, die Stromstärke bis zu 20 M. A. steigern können, und zwar geschah dieses in allen den Fällen, bei denen auf geringern Strom keine Reaktion erreicht werden konnte.

Zuerst experimentierte ich an den Schülern des Provinzial - Taubstummen - Instituts. Bei dieser Untersuchung versäumte ich es, die untersuchten Kinder von den noch zu untersuchenden zu trennen, wodurch die Versuche bisweilen sehr gestört wurden, aber in ihren schliesslichen Resultaten nicht beeinflusst werden konnten, da ich den Strom bald von der einen, bald von der andern Seite in den Kopf eintreten liess, so dass willkürliches Taumeln sich immer verraten musste. Von 65 Knaben und Mädchen im Alter von 8—17 Jahren reagierten 5 nicht auf den galvanischen Strom, also 7,7 %. Unter diesen 65 waren 38 total taub, von letzteren versagten 4 = 10,5 %. Auf Nystagmus wurde leider bei diesen Versuchen nicht geachtet.

Bei der zweiten Schule, der Königsberger Vereins-Taubstummenanstalt, wurde die Anordnung des Versuches geändert. Vor allem wurden die untersuchten Schüler von den noch zu untersuchenden getrennt, ferner musste sich die Versuchsperson die Elektroden selbst an den Kopf halten, was die Kinder immer unter grosser Kraftanstrengung thaten, so dass dadurch vielleicht geringe Kopfeignungen verhindert werden konnten. Auch wurden diese Versuche bei geschlossenen Augen und einer Fussstellung vorgenommen, wie sie beim Turnen auf das Kommando „Füsse schliesst“ eingenommen wird. Von den dortigen 76 Schülern und Schülerinnen im Alter von 6—16 Jahren versagten auf den galvanischen Strom 12 = 15,8 %. Unter den 76 waren 54 total taub, von letzteren zeigten 10 keine Reaktion = 18,5 %.

In demselben Jahre habe ich, um diese an Taub-

stummen gewonnenen Resultate mit den Befunden an gesunden Kindern vergleichen zu können, die Schüler der hiesigen Steindammer Mittelschule mit dem galvanischen Strom untersucht. Die Versuchsanordnung war die gleiche, wie bei der letzterwähnten Taubstummenanstalt. Untersucht wurden 78 Schüler im Alter von 9—14 Jahren. Von diesen reagierten 5 nicht auf den galvanischen Strom = $6,4\%$. Diese Versager wurden am nächsten Tage noch einmal geprüft, indem ich mich selbst in den Strom einschaltete, und so das Vorhandensein und die Stärke des Stromes an meinen Empfindungen kontrollieren konnte. Das Resultat blieb das gleiche. Von diesen 5 Schülern war keiner schwerhörig und hat keiner irgend eine Ohrenkrankheit durchgemacht. Die Versager unter den Taubstummen wurden auch noch einmal in der angegebenen Weise geprüft; an den Resultaten änderte sich dadurch nichts.

Das Gesamtergebnis der Versuche aus dem Sommer 1892 war also:

von 141 Taubstummen versagen auf den galvanischen Strom 21 = $14,89\%$,

von den darunter befindlichen 92 Totaltauben versagen 14 = $15,21\%$,

von 78 normalen Kindern versagen 5 = $6,4\%$.

Im Sommer 1893 habe ich die Untersuchung der Taubstummen wiederholt. Wenn auch bis dahin ein gewisser Wechsel unter den Schülern stattgefunden hatte, d. h. die älteren die Anstalt verlassen hatten und jüngere dafür eingetreten waren, so war doch eine ziemlich bedeutende Anzahl mir vom vorigen Jahre bekannter

Schüler da. Meine Versuche erstreckten sich diesmal nicht allein auf den galvanischen Schwindel, sondern auch auf den durch Rotation hervorgerufenen Schwindel. Da letztere Versuche nicht direkt in den Rahmen dieser Arbeit hineingehören, will ich nur kurze Mitteilung darüber machen. Auf dem Drehstuhle befand sich ausser der Versuchsperson noch ein Beobachter, der durch Fingerauflegen auf die geschlossenen Lider der Versuchsperson eventuelle Bulbusbewegungen bei der Rotation konstatieren sollte. Derart hatte Kreidl seine Versuche angestellt und hatte gefunden, dass ca. 50 % von Taubstummen diese reflektorischen Bulbusbewegungen vermissen liessen. Er hält diesen Nystagmus für ein Reagenz der Funktionen des Bogengangsapparates. Bei meinen Versuchen wurden die Beobachtungen teils durch Herrn Dr. Matthias, teils durch mich selbst ausgeführt. Es ergab sich, dass von 167 Taubstummen $36 = 21,5\%$ keinen Nystagmus zeigten. Von den 167 waren 122 total taub, von diesen zeigten $26 = 21,3\%$ keinen Nystagmus. Von 53 untersuchten gesunden Schülern zeigten alle Nystagmus, 2 gar keinen Schwindel und 12 sehr schwachen Schwindel.

Bei den galvanischen Untersuchungen wurde dieses Mal auch auf den Nystagmus geachtet, die Versuche also bei offenen Augen angestellt, sonst war die Anordnung so wie im Jahre vorher. Ich fand folgende Resultate bei den Schülern des Provinzial-Taubstummen-Institutes: Von 88 Schülern zeigen keine galvanische Reaktion $23 = 26,1\%$, zeigen keinen Nystagmus $17 = 19,3\%$ weder galvanische Reaktion noch Nystagmus

haben $10 = 11,3\%$. Ferner, diese Versuche mit den Rotationsversuchen verglichen, ergibt sich, dass weder rotatorischen noch galvanischen Nystagmus von 88 Taubstummten 6 zeigen $= 6,8\%$, weder galvanische Reaktion noch rotatorischen Nystagmus $8 = 9,1\%$.

Von 78 Schülern der Vereins-Taubstummten-Anstalt versagten auf den galvanischen Strom $22 = 28,1\%$, zeigten keinen galvanischen Nystagmus $13 = 16,6\%$, beides zeigten nicht $8 = 10,3\%$. Mit den Resultaten der Rotationsversuche verglichen, ergibt sich, dass weder galvanischen noch rotatorischen Nystagmus 4 zeigen $= 5,1\%$, weder galvanische Reaktion noch rotatorischen Nystagmus $10 = 12,8\%$.

Das Gesamteresultat der Untersuchung aus dem Jahre 1893 ist:

von 166 Taubstummten zeigen keine galvanische Reaktion $45 = 27,1\%$,

keinen galvanischen Nystagmus $30 = 18,1\%$,

weder galvanische Reaktion noch Nystagmus
 $18 = 10,8\%$.

weder galvanischen noch rotatorischen Nystagmus
haben $10 = 6\%$,

weder galvanische Reaktion noch rotatorischen
Nystagmus haben $18 = 10,8\%$.

Vergleicht man diese Resultate mit denen des vorigen Jahres, so ergibt sich aus beiden, dass die Zahl der Versager eine verschiedene ist. Als Erklärung dafür den Wechsel unter den Schülern anzuführen, dürfte kaum genügen.

Ich ziehe aus dieser Ungleichheit der Resultate den Schluss, dass allen diesen Versuchen der Mangel

der Objektivität anhaftet, dass der subjektiven Auffassung ein zu grosser Spielraum gelassen ist. Nur wer derartige Untersuchungen selbst gemacht hat, wird anerkennen müssen, auf wie grosse Schwierigkeiten man dabei stösst. Man bedenke, dass die Schüler der Taubstummeninstitute aus den ärmsten Familien stammen, dass infolge ihrer Krankheit von den Eltern wenig Gewicht auf ihre Erziehung gelegt wird, dass sie von den Spielen ihrer Jugendgenossen grössten Teils ausgeschlossen sind, weil sie sich nicht mit ihnen verständigen können. Dass die geistige und körperliche Entwicklung aller dieser Kinder auf einer sehr niedrigen Stufe steht, ist klar.

Jedenfalls stimmen meine Resultate mit denen Pollaks nicht überein. Er vermisst Kopfbewegungen bei 33 %, ich bei 14,89 % (erste Untersuchung) resp. 27,1 % (zweite Untersuchung). Augenbewegungen fehlten nach Pollak bei 30,5 % nach mir bei 18,1 %. Weder Augen-, noch Kopfbewegungen zeigten bei Pollak 29,3 %, bei mir 10,8 %. Von Taubstummen, die bei Kreidl auf der Drehscheibe keine Augenbewegungen zeigten, hatte bei Pollak nur etwa die Hälfte (58 %) keinen galvanischen Nystagmus, von 36 Taubstummen, die bei mir auf dem Drehstuhl keinen Nystagmus zeigten, hatten nur 10 = 27,8 % keinen galvanischen Nystagmus, es zeigten aber auch umgekehrt von 30 Taubstummen, die keinen galvanischen Nystagmus hatten, nur 10 = 33,3 % keinen rotatorischen Nystagmus.

Da meine Resultate also ganz bedeutend von denen Pollaks abweichen, kann ich mich seinen Folgerungen, das der galvanische Schwindel (die typischen Kopf-

und Augenbewegungen) durch Reizung des Vestibularapparates hervorgerufen werde, absolut nicht anschliessen. Würde der Rotationsschwindel durch Beeinflussung eines Bogenganges, der galvanische Schwindel durch Beeinflussung aller Bogengänge entstehen, wie Pollak meint, dann müssten bedeutend mehr Taubstumme auf Rotation versagen, als auf den galvanischen Strom und es dürfte keiner von denen, die auf den galvanischen Strom versagen, auf Rotation reagieren. Oder nimmt man allgemeiner an, dass durch Rotation und Galvanisation ein und dasselbe Organ erregt werde, so muss man, da so viele Taubstumme auf das eine versagen und auf das andere reagieren, eines von beiden für den stärkeren Reiz halten. Dann müssten sich entweder bei dem einen viel mehr Versager herausstellen als bei dem anderen oder umgekehrt. Beides stimmt jedoch mit meinen Resultaten nicht überein. Ich folgere im Gegenteil aus meinen Versuchen:

„Das innere Ohr hat zu dem galvanischen Schwindel keine direkte Beziehung.“

Ich glaube dieses bewiesen zu haben dadurch, dass 1. Frösche und Tauben ohne Labyrinth exakt auf den galvanischen Strom reagieren, 2. dadurch, dass ich den Wahrscheinlichkeitsbeweis Pollaks an Taubstummen für die Beteiligung des Labyrinthes am galvanischen Schwindel nicht bestätigen kann, und 3. dadurch, dass ich auch unter gesunden Menschen, denen die Existenz der Labyrinth abzusprechen, man doch absolut nicht berechtigt ist, einen grossen Prozentsatz (6,4 %) gefunden habe, der keinen galvanischen Schwindel zeigt.

Zum Schluss sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Medizinalrath Professor Dr. Hermann für seine mir bei der Arbeit stets zu theil gewordene Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Thesen.

- I. Bei Oberschenkelsarkom, mit Ausnahme des schaligen Myeloidsarkoms, ist die Exarticulation der Amputation vorzuziehen.
 - II. Die Selbstverdauung des Magens wird nicht durch die Alkalescenzen des Blutes, sondern durch die vitale Energie der Zellen verhindert.
- 

Vita.

Ich, Hans Ernst Strehl, wurde als Sohn des Königl. Ober-
amtmann Carl Gottlieb Strehl und seiner Frau Maria geb.
Brachvogel am 13. November 1871 auf der Domäne Röbel,
Kreis Oletzko, Ostpreussen, geboren. Nachdem ich den ersten
Unterricht bei einer Hauslehrerin genossen, besuchte ich von
1881—1884 die Klassen Quinta und Quarta der Landwirtschafts-
schule zu Marggrabowa. Dann wurde es mir durch die Güte
meines Onkel Strehl, Mrossen, möglich gemacht, das Lycker
Gymnasium in den Jahren 1884 bis 1890 zu absolvieren. Ostern
1890 bezog ich die Universität Königsberg, um Medizin zu studieren.
Im März 1892 bestand ich die ärztliche Vorprüfung, von August
1892 bis August 1895 war ich Amanuensis in der Königlichen
chirurgischen Klinik, im W.-S. 1894/95 begann ich das ärztliche
Staatsexamen. Nachdem ich dieses am 11. Januar 1895 beendet
hatte, bestand ich am 11. Februar das Examen rigorosum.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen
und Kliniken folgender Herren Professoren und Docenten:

Baumgart, Braun I, Braun II, Chun, Caspary, Dohrn,
v. Esmarch, Grünhagen, Hermann, Jaffe, Kuhnt,
Lange, Langendorff, Lichtheim, Lossen, Luerssen,
Nauwerek, Neumann, Peters †, Rosinski, Samter,
Samuel, Schneider, Schreiber, Stieda, Treitel, Valentini,
Zander.

Allen diesen meinen hochverehrten Lehrern sage ich meinen
herzlichsten Dank.





16873

29054