hinaus sich nach oben zu bewegen. Dann befestigt man in der Oese f die Schnur des Gewichtes L , die man nun in umgekehrter Richtung wie früher über die Rollen des Statives legt. Es zeigt sich, dass der Cylinder im Gleichgewicht gehalten wird, also nur L wiegt und folglich ebensoviel als früher bei festgeschraubtem Cylinder das Gewicht betrug, welches bei e angreifend die Federkraft *aequilibrirte*.

Auf diese Weise ist bewiesen, dass die Last des Cylinders (Körperlast) auf den den Fuss darstellenden Hebel in gleicher Weise wirkt, wie wenn man den Zug eines dieser Last gleichen Gewichtes bei festgestelltem Cylinder (Körper) in der Richtung von unten nach oben bei e (Köpfchen des ersten Mittelfussknochens) angreifen lässt.

Endlich kann man an dem Modell die Feder M aus dem am oberen Ende des Cylinders befindlichen Haken aushängen und zeigen, dass nun bei einer viel geringeren Dehnung der Feder als zuvor der Cylinder durch Zug an der Feder gehoben wird. Wie oben (p. 256) bereits erwähnt, wirkt in diesem letzteren Falle der Fuss als einarmiger Hebel und die Feder wird jetzt nur durch $\frac{3}{4} L$ gespannt.

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Strassburg.)

Zur Physiologie des Labyrinths.

3. Mittheilung¹⁾. Das Hören der labyrinthlosen Tauben.

Von

J. Rich. Ewald.

Es giebt physiologische Versuche, welche nicht immer gelingen. Bald trägt hiervon die Schuld die Schwierigkeit der

¹⁾ Die früheren Mittheilungen befinden sich in diesem Archiv. Bd. 41. p. 463 u. Bd. 44. p. 319.

Operation, welche in Folge von Blutungen, Nebenverletzungen u. a. m. eine stets gleiche Herstellung der Versuchsbedingungen unmöglich macht, bald liegt es an den Versuchsthieren selbst, welche individuell verschieden auch auf wirklich genau gleiche Eingriffe reagiren. Es giebt aber auch physiologische Versuche, welche immer gelingen. Von ihnen kann man wie von den guten physikalischen Versuchen sagen: „sie müssen gelingen.“ Im anderen Fall hat sich der Experimentator einen Fehler zu Schulden kommen lassen.

Zu den nie versagenden physiologischen Versuchen gehört auch das Hören der labyrinthlosen Tauben. Denn ich habe trotz meiner über so viele Jahre sich erstreckenden und so überaus vielfältigen Erfahrungen

1. noch keiner einzigen Taube beide Labyrinth vollständig entfernt, bei welcher nicht mit Leichtigkeit und in überzeugender Weise ihr noch vorhandenes Hörvermögen nachweisbar gewesen wäre, und ferner habe ich, was wohl noch weit mehr heissen will,

2. noch in keinem einzigen Falle, wo es mir darauf ankam, dass eine labyrinthlose Taube auf Schall reagire, eine ungenügende Reaction oder gar ein Ausbleiben derselben beobachtet. Jede einzelne Hörprüfung lieferte dann vielmehr den unumstösslichen Beweis des noch bestehenden Hörvermögens.

Freilich ist zur Anstellung dieser Versuche zweierlei nöthig. Erstens muss man gelernt haben, einer Taube die Labyrinth zu nehmen und zweitens muss man Gehörprüfungen anstellen können.

Zu der Operation, welche die Herausnahme des ganzen Labyrinths einer Taube bezweckt, habe ich hier nur wenig meiner früheren ausführlichen Beschreibung (Nervus VIII. Kap. V) hinzuzufügen. Die kränkenden Angriffe, welche gegen die Art meines wissenschaftlichen Vorgehens von Herrn Bernstein¹⁾ gerichtet wurden, veranlassen mich indessen, mit wenigen Worten auf die Entwicklung und die Vorzüge meiner Operationsmethode einzugehen. Das Neue, das über die Operation zu sagen ist, wird in diese Schilderung eingeschaltet werden.

Als ich mich mit der Labyrinthfrage zu beschäftigen anfang, lag die Technik für die Untersuchung der Taube noch sehr im

1) J. Bernstein, Ueber die specifische Energie des Hörnerven u. s. w. Dies Arch. Bd. 57. p. 475.

Argen. Selbst die sorgfältigen und technisch am meisten vorgeschrittenen Versuche Breuers an den Bogengängen, denen wir so ausserordentlich viel verdanken, hatten noch nicht zu einer vorwurfsfreien Durchschneidung derselben geführt und für eine kunstgerechte Herausnahme des ganzen Labyrinths waren nicht einmal die nöthigen Vorbedingungen erkannt worden. Zunächst musste daher für zwei Dinge gesorgt werden: für eine gute Fixirung des Taubenkopfes, und zweitens für eine genügende optische Vergrösserung des Operationsfeldes. Nach vielen Aenderungen entstand allmählich der Taubenhalter in seiner jetzigen einfachen Form. Es wurde ferner die Westien'sche Lupe in einer für die Operationen bequemen Weise zugerichtet. Beide Hilfsmittel halte ich für ganz unentbehrlich für eine einwurfsfreie Herausnahme des Labyrinths und möchte mir selbst heute nach der vieljährigen Uebung in dieser Operation und nach Erlangung der mir stets gegenwärtigen Uebersicht über die complicirten topographisch-anatomischen Verhältnisse, nicht getrauen ohne Taubenhalter und Westien'sche Lupe ein Labyrinth in befriedigender Weise zu entfernen. Wenn nun gar ein Neuling auf diesem Gebiete diese Hilfsmittel glaubt entbehren zu können, so wird man seinen Angaben nur wenig Beachtung schenken. Es ist etwa so, als wenn ein Uhrmacherlehrling behauptet, einen Anker für eine feine Taschenuhr ohne Lupe und ohne Feilkloben herstellen zu können. Ein Meister hat nicht nöthig, sich das Product erst lange anzusehen. Herr Matte ¹⁾, auf dessen Untersuchungen weiter unten eingegangen werden soll, schreibt, dass er keines Taubenhalters und keiner Lupe bedürfe. Nur weil er das Material zu Herrn Bernstein's Angriffen geliefert hat, lasse ich seine Angaben nicht unberücksichtigt.

Sodann mussten die anatomischen Kenntnisse für die Operation theils zusammengesucht, theils erst geschaffen werden. Ueber den Verlauf der wichtigen Sinus war nur ganz Ungenügendes bekannt; das Vorhandensein einer *Membrana tympanica secundaria* wurde zwar behauptet aber auch geleugnet, das Verhalten der Bögen am grossen Kreuz war nur theilweise, das kleine Kreuz aber noch gar nicht beschrieben. Endlich wusste niemand in wie viel gesonderten Aesten der Nervus octavus in die Ohrhöhle eintritt und es

1) F. Matte, Experimenteller Beitrag zur Physiologie des Ohrlabyrinthes. Dies Arch. Bd. 57. p. 437.

war daher unbekannt, wie viele Octavus-Stümpfe man nach der Entfernung des Labyrinths müsse sehen können.

Von den bei der Operation selbst zu gebrauchenden Instrumenten soll hier nur die eigens zu diesem Zwecke construirte Horizontalzange erwähnt werden, welche in einfachster Weise gestattet, in der Tiefe der kleinen, verhältnissmässig aber sehr tiefen Wunde die lothrecht zur Tiefenausdehnung liegenden Knochenwände abzutragen. Ohne diese Horizontalzange wird die Ausführung gewisser Theile der Operation zu einem Kunststück; mit derselben gelingen sie leicht und mit Sicherheit.

Ganz allmählich und langsam ist dann mit den Kenntnissen, den Instrumenten und der Fertigkeit sie zu gebrauchen, die jetzt geschaffene Operationsmethode entstanden. Sie gestattet, das Labyrinth einer Taube etwa mit derselben Sicherheit gänzlich zu entfernen, mit der man an einer normalen menschlichen Leiche ein Auge ohne Reste zu lassen, herausnehmen kann. Der Anblick des Querschnitts der durchschnittenen oder durchrissenen Nerven liefert dabei das absolut sichere Merkmal.

Es hätte übrigens für die Untersuchung der Thiere unmittelbar nach der Operation und in den nächsten Tagen nach derselben gar keine Bedeutung, falls bei Kahlheit der Nervenstümpfe ein Restchen eines häutigen Bogenganges in irgend einem entlegenen Theile eines knöchernen Bogens zurückbliebe. Da es ausser Zusammenhange mit den Nervenstümpfen ist und selbst gar keine Nervenfasern besitzt, so kann es bei der Untersuchung der Thiere nicht mehr schaden als etwa nach Herausnahme eines Auges ein in der Orbita zurückgebliebenes Restchen der Linse. Auch für die späteren Untersuchungen sind solche Restchen häutiger Bögen völlig unschädlich. Sie gehen nämlich, wie die Sectionen nach anderen Operationen ergeben haben, sehr bald ganz zu Grunde, und ich habe nie eine neue Vereinigung solcher zusammenhangslosen Kanalstücke mit einem der Octavusstümpfe gesehen. Aber es könnten doch in dieser Beziehung Ausnahmen vorkommen, und bei so eminent wichtigen Fragen soll man dem Zufall und den Ausnahmen keinen Raum lassen. Man Sorge daher dafür, dass auch die häutigen Canäle durch die Operation ganz entfernt werden. Bei dem von mir (Nervus VIII Kap. V) angegebenen Verfahren werden die glatten Enden des knöchernen Can. externus und des knöchernen Can. posterior sowie der knöcherne Kanal

des Can. anterior fast in seiner ganzen Länge nicht eröffnet und man zieht die häutigen Kanäle aus ihnen heraus. Dabei ist mir noch nie ein Kanal zerrissen, so dass ein Restchen hätte zurückbleiben können. Entscheidend ist hier aber nur die Länge der herausgezogenen Kanalstücke, welche man auf dem Objectträger nachmessen kann. Dies Verfahren, die häutigen Bögen zu entfernen, habe ich in letzter Zeit manchmal noch etwas erweitert. Um nämlich Personen, welche mir bei der Operation zusahen, ein unmittelbares Urtheil über die gänzliche Entfernung auch der häutigen Kanäle zu gestatten, habe ich in einigen Fällen alle knöchernen Kanäle ganz eröffnet, so dass man in alle überall hineinsehen konnte. In anderen Fällen liess ich nur den Can. anterior und das glatte Ende des Can. posterior geschlossen, brachte aber auf die durchschnittenen Enden ihrer häutigen Kanäle, bevor ich sie von der anderen Seite her aus den knöchernen Kanälen hervorzog, ein Spürchen Methylviolett. Man erkennt dann an den herausgezogenen Kanälen diese Enden wieder und zeigt so unmittelbar die Vollständigkeit des entfernten Kanals.

Als ich 1885 zuerst anging, die Labyrinth vollständig zu entfernen, war das Gelingen der Operation einer besonderen Geschicklichkeit, und selbst diese vorausgesetzt, immer noch dem Zufall unterworfen. Jetzt ist die Operationsmethode so ausgearbeitet und in ihren einzelnen Phasen so studirt, dass die Geschicklichkeit nur noch eine kleine Rolle dabei spielt, der Zufall aber gar keine mehr. Es lässt sich die Operation mit einer Genauigkeit und Sauberkeit ausführen, welche selbst von den feinsten Augenoperationen nicht erreicht wird. Am meisten Gewicht wird man naturgemäss auf das Sehen der 5 Octavusstümpfe zu legen haben. Das mikroskopische Durchmustern der herausgenommenen Labyrinththeile, auf welches Herr Matte grosses Gewicht legt, hat gar keinen Werth. Denn es ist jedenfalls nicht immer, und wenn man wie Herr Matte verfährt, wohl nie möglich den Vestibularapparat in einem Stück herauszuheben. Die dünnen Membranen zerreißen in unregelmässiger Weise, und wie dann Herr Matte an den Fetzen den Nachweis der Vollständigkeit führt, ist unverständlich. Sicherer ist schon der Nachweis der vollständigen Entfernung des Labyrinths nach der Section mit Hülfe von Serienschnitten zu führen, die durch die entkalkte Schädelpartie gelegt werden. Aber wer möchte denn bei allen untersuchten Thieren nachher Serien-

schnitte durch die Ohrhöhlen legen? Und selbst wenn man dies thäte und auch kein Schnitt misslänge, so würde man für den Fall, dass man nach meiner Methode operirt hat, nur etwas bereits Feststehendes noch einmal beweisen. Man wird doch nicht, wenn man einem Kaninchen einen Augapfel entfernt hat und der Stumpf des durchschnittenen Nervus opticus deutlich zu Tage lag, nachher Serienschnitte durch die Orbita machen, um das Fehlen des Sehorgans zu beweisen.

So viel über die Operation, welche zu der Entdeckung geführt hat, von welcher Herr Bernstein sagt, dass seines Erachtens kaum jemals eine wissenschaftliche Behauptung mit so leicht wiegender Begründung in die Welt geschleudert worden sei. Herr Bernstein selbst stützt seine Ansichten, welche meine Erfahrungen widerlegen sollen, auf das Verhalten der von Herrn Matte operirten Thiere. Sehen wir zu, wie die Tauben, welche Herr Matte operirt hat, beschaffen waren. Dass die oben kurz angedeuteten technich-operativen Errungenschaften für Herrn Matte noch nicht existiren, wurde theilweise schon angeführt. Ohne Taubenhalter und ohne Lupe bohrt er das knöcherne Labyrinth an, wobei ihm nicht einmal ausreichende anatomische Kenntnisse zu Gebote stehen. Anstatt, dass er wisse, wo er sich mit seinen Instrumenten befindet, giebt ihm das Ausfliessen der lymphatischen Flüssigkeit das Zeichen, dass er am rechten Orte ist! Ein in den Schneckenkanal geschobenes Häkchen wird „mehrmals umgedreht“ um den Inhalt zu entfernen, dabei zerreist dann zuweilen die Schnecke. Ich kann mich nicht erinnern, dass mir oder einem meiner Schüler jemals die Schnecke zerrissen wäre. Sie besteht aus einem relativ so festem Gewebe und lässt sich so leicht und ohne den geringsten Widerstand zu leisten von dem Ramulus cochlearis abziehen, dass sie nur bei einem ganz besonders rohen Verfahren zerreißen kann. Wie die Bogengänge, welche doch in sich geschlossene Ringe darstellen, von Herrn Matte entfernt werden, erfahren wir nicht. Und dann das Schlimmste: Die 5 Stümpfe des Nervus octavus hat Herr Matte nie bei der Operation gesehen.

Aber es muss ja natürlich jedem überlassen bleiben, nach welcher Methode er operiren wolle, wenn er nur den gewünschten Endzweck, nämlich die vollständige Entfernung der Labyrinthhe ohne Nebenverletzungen erreicht. Zu diesem Resultat ist nun Herr

Matte offenbar nicht gelangt. Die wenigen Beobachtungen, die er mittheilt (Neues enthalten sie übrigens gar nicht, und zudem meist Unrichtiges) zeigen, dass sich die Thiere nicht wie gut operirte labyrinthlose Tauben verhielten. Seine einseitig operirten Thiere können nicht mehr fliegen, die doppelseitig operirten zeigen eine „unaufhörliche Unruhe mit excessiven Muskelanstrengungen.“ Auch Herr Bernstein schreibt von diesen letzteren Thieren: „Die Tauben machen beständig Kopfbewegungen, zwinkern beständig mit den Augen“ u. s. w. Ich habe nach einwandsfreier Ausführung der Operationen noch nie derartige labyrinthlose Tauben gesehen. Grade die Bewegungslosigkeit der Thiere ist auffallend, und wiederholt wurde von Fachcollegen, denen ich das Hören der labyrinthlosen Tauben demonstirte, die Bemerkung gemacht, dass die Thiere in der Zwischenzeit zwischen den Reactionen ausgestopften Thieren vollständig glichen. So sehen wir denn, dass das Material, welches Herrn Bernstein zu seinen Angriffen diente, zur Beurtheilung des Verhaltens labyrinthloser Tauben unbrauchbar war.

Was nun die Gehörprüfungen selbst anbelangt, so bin ich mit einer Vorsicht zu Werke gegangen, welche nicht leicht übertroffen werden kann. Die Taube stand in einem von der Decke des hohen Zimmers herabhängenden Käfig auf einer mehrere Centimeter hohen Watteunterlage. „Das eine Ende eines vier Meter langen Gummischlauches (Gasschlauch) wurde 10 cm von dem Kopf der Taube entfernt in einem Stativ befestigt, natürlich ohne dass eine Berührung mit dem Käfig stattfand.

An dem anderen Ende des Schlauches wird nun gerüttelt und gezogen, die Taube reagirt nicht. Das Schlauchende wird in den Mund genommen und es wird mit grösster Kraft die Luft aus demselben herausgezogen, die Taube reagirt darauf ebensowenig. Nun wird inspiratorisch ein Ton erzeugt und die Taube fährt sofort erschrocken aus dem Schlafe. Der lange Schlauch gestattete dabei den Versuch von einem benachbarten dunklen Zimmer aus zu machen und die Taube durch einen engen Spalt in der Thüre zu beobachten“¹⁾.

Bei diesem Versuch kann von einem Anblasen der Taube gar nicht die Rede sein, denn es wird ja die Luft durch den Schlauch angesogen. Der in den Schlauch eintretende Luftstrom ist nur

1) Berliner klin. Wochenschr. 1890. No. 32.

sehr unbedeutend, da das Luftquantum, welches zur Erzeugung des inspiratorisch hervorgebrachten Tones erforderlich ist, ja nur sehr gering ist. Jeder weiss, dass man einen gesungenen Ton lange aushalten kann. Die Luft strömt ferner von allen Seiten her in die Schlauchöffnung ein, und in Folge davon ist schon in ganz geringer Entfernung von der Eintrittsöffnung in den Schlauch die Luftbewegung verschwindend klein. Eine ungleich grössere Luftbewegung findet statt, wenn die Luft mit möglichst grosser Geschwindigkeit durch eine inspiratorische Athembewegung ohne gleichzeitige Tonerzeugung, also bei weit geöffneter Stimmritze erfolgt. Auf diese Luftbewegung reagirt die Taube aber nicht. Ueberhaupt ist die Empfindlichkeit der Thiere für Anblasen gar nicht gross. Wenn neben der Taube eine offene Kerze brennt oder wenn ein kleines Federchen am Kopfe oder Rücken des Thieres lose hervorragt, so kann man durch Blasen die Flamme und die Feder in deutliche Bewegung versetzen, während die Taube regungslos stehen bleibt.

Ist demnach das Fühlen der Luftbewegung bei meinen Hörprüfungen ausgeschlossen, so bleibt nur noch das Fühlen resonirender Gebilde übrig. Auch in dieser Beziehung kann man, glaube ich, nicht vorsichtiger, als geschehen, die Prüfungen anstellen. Die Taube steht auf einer dicken Watteschicht, berührt also nirgends direct den Käfig. Dieser hängt von der Decke herab und wird weder von dem Schlauch noch von dem Stativ (überhaupt von keinem Gegenstand) berührt. Zudem ist auch hier der Beweis a fortiori leicht beizubringen. Die Tauben reagiren nämlich auch auf Erschütterung gar nicht leicht. Ich hatte eine kleine Vorrichtung gemacht, welche aus einem Hebelchen bestand, das dicht neben dem Käfig befestigt war. Aus der Ferne konnte das Hebelchen mit einem Faden in Bewegung versetzt werden und kratzte dann an einem der Stäbe des Käfigs. Dies kratzende Geräusch hörte ich deutlich aus der Entfernung, die Taube reagirte aber nicht darauf. In meinem Buche (Nervus VIII p. 24) ist ferner erwähnt, dass wenn sich die Thiere in einem Glaskasten auf einem Tische befinden, man an den Tisch kratzen oder mit einem Violinbogen über die Kante desselben streichen kann ohne eine Reaction des Thieres hervorzurufen. Es sei hier eine spätere Beobachtung hinzugefügt. Die Tauben liessen sich sogar inmitten von Gehörprüfungen, als sie sich also unter den hierzu günstigsten Bedin-

gungen (siehe unten) befanden und ausnahmslos auf Schall reagierten, durch Erschütterungen, die ich selbst deutlich in meinen Füßen fühlte, dennoch nicht aus ihrer Ruhe bringen. Es kamen sowohl die Erschütterungen auf der Strasse vorbeifahrender Wagen als auch solche, welche im Zimmer durch starkes Auftreten mit einem Fuss hervorgebracht wurden, zur Beobachtung.

Wiederholt habe ich darauf hingewiesen, dass man die Hörprüfungen nicht am Tage vornehmen darf. So heisst es auch in meinem Buche (Nervus VIII p. 26): „Für alle Thiere gilt aber die unumgängliche Vorschrift, die Prüfungen am Abend oder während der Nacht anzustellen, wenn lautlose Stille herrscht und die Thiere mit geschlossenen Augen im Begriff sind, einzuschlafen.“ Die Tauben nehmen, wie alle Vögel, eine besondere Attitude zum Schlafen ein. Die Federn werden aufgeplustert, die Augen geschlossen, der Kopf wird eingezogen, der Schnabel zuweilen unter die Federn gesteckt. In dieser Stellung steht die Taube lange Zeit hindurch, bevor sie eigentlich einschläft, und da sie dann nicht die geringste Körperbewegung macht, so ist dies die günstigste und in gewisser Beziehung einzig brauchbare Zeit für die Gehörprüfungen. „Sie reagiert dann, indem sie plötzlich den Kopf hebt, die Augen öffnet, sich umsieht, die Federn niederlegt und eventuell einige Schritte macht“¹⁾.

Das Niederlegen der Kopffedern ist dabei ein sehr feines und leicht sichtbares Symptom. Es bleibt, wenn man über die Grenze der Hörfähigkeit Versuche anstellt, häufig als letzte Reaction übrig. Zwischen den einzelnen Gehörprüfungen muss man stets eine so lange Zeit verstreichen lassen, bis die Taube wiederum ihre frühere Stellung eingenommen hat, und in dieser auch wieder ruhig verharrt. Diese Zeit ist sehr verschieden lang und kann 3—20 Minuten betragen. Je weniger die Taube sich sicher fühlt, je mehr sie ferner bei der letzten Reaction erschrocken ist, desto länger dauert es, bis sie sich wieder dem Einschlafen überlässt. Reiht man die einzelnen Prüfungen zu dicht aneinander, so können Misserfolge vorkommen.

Die labyrinthlosen Tauben reagiren auf Töne, Geräusche, so-

1) Berliner klin. Wochenschrift. 1890. No. 32. Herr Matte sagt (l. c. p. 458): „Worin die Reactionen bestanden haben, darüber erfahren wir von Ewald nichts“!

gar auf Knall. Am besten ist es, wenn man sich nur von der Hörfähigkeit überhaupt überzeugen will, ein gedehntes tiefes „Uh“ zu rufen (vergl. Deutsche medicinische Wochenschrift 1893 S. 826 Nr. 34). Auf dieses Uh haben die unter oben geschilderten Umständen geprüften labyrinthlosen Tauben sämmtlich, und jede bei jedem einzelnen Versuch völlig unzweideutig reagirt.

Die ausserordentliche Wichtigkeit und Tragweite dieser Versuche, vor denen die Lehre von der specifischen Energie der Nerven nur schwer bestehen kann und welche uns noch so viele hier nicht zu besprechende Folgerungen aufzwingen, war von vornherein einleuchtend. Die Prüfungen wurden daher immer wieder und wieder angestellt und anderen Personen demonstrirt. Wenn ich nun zurückblicke auf die Hunderte von Versuchen, welche der Operationsmethode, der Auffindung einer völlig einwandfreien und nie versagenden Versuchsanordnung für die Hörprüfungen und den immer wiederholten Prüfungen unter diesen besten Bedingungen gewidmet wurden, so contrastirt damit in eigenthümlicher Weise der Vorwurf des Herrn Bernstein, dass seines Erachtens kaum jemals eine wissenschaftliche Behauptung mit so leicht wiegender Begründung in die Welt geschleudert worden sei.

Die Hörfähigkeit labyrinthloser Tauben wurde durch Wundt¹⁾ bestätigt und es ist nicht nur seine Autorität meinen Versuchen zu gute gekommen, sondern dieselben wurden auch zu gleicher Zeit von ihm erweitert. Denn Wundt wollte sich offenbar nicht nur von der Thatsache, dass die labyrinthlose Taube noch hört, überzeugen, sondern auch zugleich ein Urtheil über den Grad der Störungen gewinnen. Er verfuhr daher nicht in der von mir angegebenen Weise, bei der ausnahmslos eine Reaction erfolgt, sondern stellte die Beobachtungen am Tage an. Da nun die Tauben, wie alle Thiere, am Tage viel schwerer und besonders sehr ungleich reagiren, so brauchte er zum Vergleich eine normale Taube. Meine labyrinthlose Taube — Wundt wird dies bestätigen können — hat nicht beständig den Kopf bewegt und auch nicht beständig mit den Augen gezwinkert, wie dies Herr Bernstein von seinen Tauben angiebt, und daher ist gegen die Wundt'sche Prüfungsmethode nichts einzuwenden. Nur möchte ich doch vorschla-

1) W. Wundt, Akustische Versuche an einer labyrinthlosen Taube. Wundt, Philosoph. Studien. Bd. 9. p. 496.

gen, von ihr erst in zweiter Linie, wenn man sich von dem Hören der Thiere nach meiner Methode bereits überzeugt hat, Gebrauch zu machen.

Die Thiere reagieren auf Schall des Nachts ungemein viel prompter als am Tage. Weshalb? Es scheint mir dies nicht nur daran zu liegen, dass das Nervensystem wohl auch bei den Thieren, ähnlich wie beim Menschen, des Abends und des Nachts viel erregbarer ist, sondern weil die Reactionen besonders durch ein Erschrecken der Thiere ausgelöst werden. Nun ist es aber verständlich, dass die Thiere viel leichter erschrecken, wenn sie nicht gleichzeitig sehen und namentlich nicht einen Menschen, von dem der Schall ausgeht oder ausgehen könnte, wahrnehmen. Gelingt es am Tage sich von hinten einer Taube zu nähern, ohne dass sie darauf aufmerksam wird, so reagirt sie auf den hinter ihr erzeugten Schall ungleich besser, als wenn man vor ihr steht. Bei solchen Beobachtungen bemerkt man ein merkwürdiges Verhalten der labyrinthlosen Tauben. Sie verfolgen nämlich beständig den im Zimmer anwesenden Menschen mit den Augen, und wenn sie sich in einem Käfig mitten im Zimmer befinden, ist es daher auch bei ihnen viel schwerer als bei einer normalen Taube unbemerkt hinter sie zu gelangen. Ich habe zuweilen stundenlang in der Nähe eines grösseren Käfigs zu thun gehabt, in dessen verschiedenen Abtheilungen 6 labyrinthlose Tauben untergebracht waren. Die Querwände und Böden des Käfigs liessen nur dünne Spalträume zwischen sich frei. Ich mochte nun so lange warten, wie ich wollte, jedesmal, wenn ich mein Auge zum Käfig richtete, konnte ich durch irgendwelche Spalten 6 Augen sehen. Jede Taube beobachtete mich unausgesetzt mit einem Auge. Häufig waren dabei die Augen schwer zu finden, denn da die Tauben ganz bewegungslos da standen, und ich ihren Körper nicht, oder nur zum kleinsten Theil, sehen konnte, so musste ich zuweilen die Augen erst einige Zeit suchen. Auf den Unbefangenen machten die Thiere den Eindruck, sehr neugierig zu sein, in Wirklichkeit handelt es sich offenbar um ein besonderes Misstrauen und ein instinctiv erhöhtes Aufpassen mit den Augen, nachdem ihr Hörvermögen namentlich qualitativ doch wohl sehr herabgesetzt ist. Setzt man daher am Tage eine normale Taube und eine labyrinthlose, welche des Abends unter den oben angegebenen Bedingungen ausnahmslos auf das gedehnte tiefe „Uh“ reagirt, in

offenen Käfigen mitten in ein Zimmer und beobachtet man die auf dieses „Uh“ hin auftretenden Reactionen beider Thiere, so wird man zwar bei beiden Thieren häufig einen völligen Mangel einer Antwortbewegung finden, häufiger aber noch bei der labyrinthlosen Taube.

Will man am Tage promptere Reactionen erzielen, so muss man durch besondere Vorkehrungen dafür sorgen, dass man die Tauben beobachten kann, ohne selbst von ihnen gesehen zu werden, und auch ohne dass sich irgend eine andere Person, ein Hund oder was sonst ihre Aufmerksamkeit fesselt, im Bereich ihres Gesichtskreises befindet. Die Dunkelkappe ist für diese Versuche nur zu verwenden, falls das Thier bereits seit längerer Zeit an dieselbe gewöhnt ist, denn sonst wirkt sie auf die Reactionen hemmend. Gelingt es unter solchen Umständen, das gedehnte tiefe „Uh“ auch am Tage immer wieder unerwartet auf die Thiere wirken zu lassen, so reagiren sie fast regelmässig und nun stellt sich dabei die scheinbar paradoxe Thatsache heraus, dass die Reactionen bei den labyrinthlosen Tauben häufiger als bei normalen Thieren sind. Bedenkt man indessen, dass eine Reaction doch die Function nicht nur der Schallwahrnehmung, sondern auch des Interesses, das das Thier an die betreffende Wahrnehmung knüpft, ist, so wird es fast selbstverständlich, dass die schwerer und wahrscheinlich in abnormer Weise hörende Taube, welche zudem von dem beständigen Tagesgeräusche nicht berührt wird, durch die unerwartet entstehenden Wahrnehmungen häufiger zu Bewegungen veranlasst wird als das normale Thier. Ich möchte eine Versuchsreihe aus dem Jahre 1892 hier erwähnen:

Eine normale und eine labyrinthlose Taube standen in offenen Käfigen, doch ohne sich gegenseitig sehen zu können, mitten auf einem Tisch in einem kleinen Zimmer, das auf zwei gegenüberliegenden Seiten Thüren hatte. Letztere liess ich für den leichteren Durchgang des Schalles handbreit offen stehen, verhängte jedoch diese Spalten mit langen Tüchern, weil sonst die Aufmerksamkeit der Thiere darauf gerichtet gewesen wäre. In jeder Thür befand sich ein kleines Loch, durch welches ich die Tauben beobachten konnte. Ich näherte mich völlig geräuschlos abwechselnd der einen, dann der anderen Thür, und wenn beide, oder wenigstens eine Taube, sich in völliger Ruhe befand, so liess ich das gedehnte tiefe „Uh“ erschallen und notirte das Resultat. Das unruhig gewesene

Thier blieb dabei unberücksichtigt. Es wurde jedesmal nur ein Mal gerufen und an einem Vormittag stellte ich nur höchstens 6 Prüfungen dieser Art an. Diese durch Wochen fortgesetzten Beobachtungen wurden abgeschlossen als jede Taube 100 Mal in völliger Ruhe angetroffen worden war. Die normale Taube hatte 78 Mal überzeugend, 5 Mal in nicht ganz einwandfreier Weise reagiert, die labyrinthlose Taube 91 Mal überzeugend und kein Mal in zweifelhafter Weise.

Wundt¹⁾ hat sich die Mühe gegeben, die einzelnen Hörprüfungen zahlenmässig zusammenzustellen, und es fiel mir beim Lesen seiner Arbeit sofort auf, dass die labyrinthlose Taube kein grösseres Uebergewicht in Bezug auf die Zahl der guten Reactionen über die normale Taube aufweist. Es liegt dies wohl daran, dass Wundt die einzelnen Prüfungen viel dichter an einander legte als es in meinen Versuchen geschah, und wohl auch den Schall nicht so unerwartet wie ich auf die Thiere wirken liess. Ein geringes Uebergewicht der labyrinthlosen Taube über die normale geht übrigens auch aus Wundt's Prüfungen hervor, worüber Herr Bernstein glaubt witzeln zu dürfen indem er sagt: „Und — o Wunder! — die labyrinthlose Taube hat mindestens eben so gut gehört wie die normale, wie Herr Wundt ausdrücklich anführt. Ja es ergibt sich sogar aus der von Herrn Matte gemachten Zusammenstellung von neun Versuchstabellen aus der Wundt'schen Arbeit, dass die labyrinthlose Taube besser gehört haben müsste als die normale. Wer sollte da, wenn er durch solche Versuche von der Möglichkeit des Hörens ohne inneres Ohr überzeugt ist, nicht auch an das Lesen mit der Magengrube oder ähnliche Wunder glauben!“ Dieser Ton passt ganz zu dem Verständniss, das Herr Bernstein der ganzen Sache entgegenbringt.

Von allen Schallarten, die man zu Gehörprüfungen verwenden kann, ist der Knall am wenigsten geeignet. Unter den Knallgeräuschen ist aber wieder der Schuss ein besonders ungünstiges Prüfungsmittel. Herr Matte, auf dessen Versuche Herr Bernstein einzig seine Angriffe stützt, hat „nur die Schussreaction als zuverlässig angenommen.“!

Da ja alles darauf ankommt, bei den Thieren das Fühlen der Luftbewegung mit dem Tastsinn auszuschliessen, so leuchtet

1) l. c.

es von vornherein ein, wie irrational es ist, sich zu den Gehörprüfungen eines Mittels der Schallerregung zu bedienen, durch welches gleichzeitig mit der Erzeugung des Schalles ein grosses Luftvolumen erzeugt wird. Beim Abschiessen eines Zündhütchens, was die mildeste Form des Schusses darstellt, — Herr Matte sagt nicht, was für Schüsse seine „Zimmerpistole“ hervorbrachte, — überzeugt man sich leicht von der starken, dabei auftretenden Luftbewegung. Richte ich den Lauf einer alten Reiterpistole, bei der der Hahn auf ein Zündhütchen gewöhnlicher Grösse schlägt, gegen einen an Fäden aufgehängten Bogen Seidenpapier, so zerfetzt das Gas des Zündhütchens das Papier, selbst wenn der Lauf einen Abstand von 20 cm von demselben hat. In der Entfernung von beinahe 1 Meter wird ein brennendes Stearinlicht ausgeblasen, bei 4—5 Meter Entfernung kann man noch die Bewegung des Lichtes oder des aufgehängten Papierbogens wahrnehmen. Es ist allerdings richtig, dass diese Wirkungen nur in der Richtung des Laufs von solcher Stärke sind, aber von dieser Gegend vor dem Lauf aus muss sich natürlich eine mächtige Luftbewegung durch das ganze Zimmer verbreiten.

Doch auch abgesehen von dieser Luftströmung, die speziell der Schuss hervorbringt, ist der Knall überhaupt ein ganz unbrauchbares Mittel zur Untersuchung der Hörfähigkeit. Nicht nur die Tauben, sondern überhaupt die meisten Thiere reagiren schlecht auf den Knall. Es liegt dies vielleicht an der kurzen Dauer dieses Geräuschs. Frösche sollen durch einen Knall gar nicht in ihren Bewegungen zu beeinflussen sein. Vögel lassen sich durch Knall häufig gar nicht aus ihrer Ruhe stören, fliegen dann aber sofort auf, sobald man pfeift. Affen, die ich untersuchte, verzogen nicht die Miene, wenn ich am Tage in ihrer Nähe eine Pistole abschoss. Man brauchte aber nur auf einer kleinen Trompete zu blasen, um durch die wilde Beantwortung dieses Schalles von ihrem Hörvermögen überzeugt zu werden. Selbst Hunde reagiren, falls sie noch keine besonderen Erfahrungen mit ihm gemacht haben, recht unregelmässig auf den Knall. Im Augenblick interessiren uns hier besonders die Tauben, und bei ihnen ist der häufige Mangel einer äusserlich sichtbaren Bewegung, wenn ein Knall oder ein Schuss in ihrer Nähe erschallt, ganz besonders auffallend.

Erfahrungen über das Ausbleiben einer Reaction auf Knall sind keineswegs von mir allein gesammelt worden. Physiologen,

Ohrenärzte, Jäger und Thierliebhaber konnten mir ähnliche Beobachtungen mittheilen und ich bin deshalb auch nicht näher auf diese Verhältnisse bisher eingegangen. Jeder Physiologe zumal kann sich leicht über die Wirkung des Knalles auf die Thiere des Laboratoriums orientiren.

Bei seinem Mangel an Erfahrungen war es also ein böser Zufall, welcher Herrn Matte unter allen möglichen Schallarten gerade diejenige wählen liess, welche für Gehörprüfungen am ungünstigsten ist, nämlich den Schuss. Und aus diesen, mit Hilfe der Schussreaction angestellten Hörprüfungen hat dann Herr Bernstein die stumpfen Waffen für seinen Angriff geschmiedet. Er betont, wie Recht Herr Matte gethan habe, auf die „zweifelhaften Hörprüfungen“, die Wundt und ich angestellt hätten, sich nicht zu verlassen, sondern „nur“ die Schussreaction als zuverlässig anzunehmen. Die wenig wissenschaftliche Einseitigkeit, auch nicht einen einzigen Versuch mit einer anderen Schallart als dem Schuss für den Beweis der völligen Taubheit zu verlangen, fällt um so mehr auf, als es sich doch um einen Angriff gegen andere Beobachtungen handelt. Aber die auf den Schuss nicht reagirende Taube ¹⁾ ist in der Fantasie des Herrn Bernstein „absolut taub“ und da bedarf es dann weiter keines Beweises, um zum Angriff überzugehen.

Herr Bernstein sucht seine Angriffe auch auf Herrn Matte's mikroskopische Befunde am Octavusstamm zu stützen. Ich gehe hierauf nicht näher ein. Denn es handelt sich hier in erster Linie um die Thatsache, dass die labyrinthlosen Thiere auf Schall reagieren, „womit“ sie hören, das kommt erst in zweiter Linie in Betracht.

Die Degenerationen, welche unter Umständen einen Theil des Octavusstammes verändern, sind doch auch noch nicht an demselben Abend nach der Operation vorhanden und können daher für die gerade sehr wichtigen Prüfungen zu dieser Zeit ganz unberücksichtigt bleiben. Hingegen möchte ich noch auf die Bedeutung der Trommelfelle, welche ja zum Endapparat des Nervus octavus gehören, mit einigen Worten eingehen und ausführlicher als bisher geschah ihre

1) Wie schon oben bemerkt, reagiren gut operirte labyrinthlose Tauben auch auf Knall, was natürlich nicht hindert, dass die Thiere des Herrn Matte vielleicht wirklich taub waren.

Zerstörung oder Entfernung schildern. Es gelingt auf völlig unblutigem Wege, vom äusseren Gehörgange aus die Trommelfelle rings um die Columella herum zu durchtrennen. Die letztere bleibt dann als allseitig freies Stäbchen im Ohr stecken. Es mögen die Tauben nach diesem doppelseitig ausgeführten Eingriffe weniger gut hören. Ich habe es noch nicht untersucht, und es würde auch wohl schwer festzustellen sein. Wichtig ist vorläufig nur die That-
sache, dass die Thiere nach dieser Zerstörung der Trommelfelle keine Bewegungsstörungen zeigen.

Zieht man aber die beiden Columellen bei gleichzeitiger Zerstörung oder Erhaltung der Trommelfelle aus den ovalen Fenstern heraus, so beobachtet man sogleich eine deutliche Herabsetzung des Flugvermögens, Unlust, sich zu bewegen, schnell eintretende Ermüdung und andere Labyrinthstörungen in schwacher Form, welche nach meinen bisherigen Erfahrungen nie wieder ganz zurückgehen und jedenfalls sehr lange Zeit nachweisbar bleiben. Diese Bewegungsstörungen sind qualitativ denen durchans ähnlich, welche nach jeder Operation an der Schnecke auftreten, bleiben aber wohl in Bezug auf die Stärke hinter ihnen zurück.

Entfernt man nach meiner Methode die Labyrinth vollständig, so wird zugleich auch stets die Columella fortgenommen. und wenn man dann von aussen durch den äusseren Gehörgang ein möglichst dickes, stumpfes Instrument in die Paukenhöhle einführt, so zerreisst das Trommelfell in ausgedehntem Maasse. Man kann dann die Fetzen mit der Pincette fassen, nach aussen herausziehen und mit der Scheere abschneiden. Eine vollständige Entfernung des Trommelfells gelingt aber auf diese Weise nicht. Hierzu muss man sich immer auf blutigem Wege Platz verschaffen und das Trommelfell in ganzer Ausdehnung freilegen. Es geschieht dies in verschiedener Weise, alle Methoden laufen aber darauf hinaus, die zwischen dem Occiput und dem Unterkieferende ausgespannte breite Membran, welche den freien Zugang zum Trommelfell behindert, zu durchtrennen.

A. Man erweitert die äussere Gehöröffnung durch einen Schnitt durch die Haut und die erwähnte Membran nach hinten und unten.

B. Es wird ein halbkreisförmiger Hautschnitt hinten um die äussere Gehöröffnung herumgelegt, und dann die Haut nach vorn umgeschlagen. Man legt die erwähnte Membran frei und durchschneidet sie durch einen Schnitt von vorn nach hinten.

C. Die bei weitem beste Methode, welche man ohnehin stets anwenden wird, falls gleichzeitig das Labyrinth entfernt werden soll, besteht in der Abtragung des occipitalen Randes, mit dem die Membran am Schädel angeheftet ist. Bis zu diesem Rande legt man die Ohrhöhle stets frei, wenn man das ganze Labyrinth herausnehmen will, und nun braucht man nur noch weiter nach unten vorzudringen und die betreffende Membran vom Knochen abzutrennen. Man übersieht dann das Trommelfell in seiner ganzen Ausdehnung, und es ist ein Leichtes, mit Pincette und Scheere, oder mit dem Galvanokauter es vollständig abzutragen.

Für das Hören der labyrinthlosen Taube ist das Trommelfell von keiner Bedeutung, wie ich schon früher angegeben habe.

Ein merkwürdiges Zusammentreffen ist es, dass, während Herr Bernstein gegen die Hörfähigkeit der labyrinthlosen Tauben kämpft, ich mich schon Monate lang damit abquäle, eine stocktaube Taube herzustellen. Es muss damals, als ich meine erste Mittheilung über diesen Gegenstand veröffentlichte, ein günstiger Zufall mir zu Statten gekommen sein, der mich gerade das richtige Quantum Arsenpaste ¹⁾ auf die Octavusstümpfe bringen liess. Jetzt will mir dies nicht mehr glücken. Entweder bekommen die Thiere zu den Labyrinthsymptomen noch schwere andere Störungen, woraus ich dann auf ein Zuviel der eingebrachten Paste schliesse oder die Thiere zeigen im umgekehrten Falle nach dem Auftragen der Paste auf alle 5 Octavusstümpfe zwar nur die Labyrinthstörungen, haben dann aber auch noch ihre Hörfähigkeit behalten. Da läge es, meine ich, nicht nur im Interesse der Wissenschaft, sondern auch in dem persönlichen Interesse von uns beiden, wenn Herr Bernstein mit mir eine labyrinthlose Taube austauschen wollte. Mir wäre mit einer stocktauben Taube im Augenblick ausserordentlich gedient, und ich würde Herrn Bernstein für die Ueberlassung derselben aufrichtig dankbar sein.

Ich würde Herrn Bernstein dagegen eine von meinen labyrinthlosen Tauben senden, wie ich Wundt eine solche Taube und anderen Physiologen andere gesandt habe ²⁾. Herr Bernstein

1) Es ist dies dieselbe Paste, welche die Zahnärzte zum Abtöden der Nerven benutzen. Man erhält dieselbe von Ash u. Son, Berlin, Jägerstr. 68.

2) Diese Gelegenheit sei benutzt, um meine Bereitwilligkeit anderen Physiologen die Ausführung meiner Operation mit allen Einzelheiten zu zeigen, auszusprechen.

wird in meiner Taube auch mit Hilfe von Herrn Matte keine Reste der Labyrinth entdecken können und sich leicht von der Hörfähigkeit des Thieres überzeugen. Meine Angaben über die Hörprüfungen sind so deutlich, und diese Prüfungen sind auch so einfach anzustellen, dass es für jeden — natürlich eine gut operirte Taube vorausgesetzt — selbst bei der grössten Unerfahrenheit auf diesem Gebiete ein Leichtes ist, absolut beweisende Reactionen zu erhalten. Durch den vorgeschlagenen Tausch würde also Herrn Bernstein in gleicher Weise wie mir ein Dienst geleistet, indem wir in den Besitz eines Thieres kämen, das wir uns selbst nicht beschaffen können.

Herr Bernstein hat eine Kritik meiner Entdeckung, dass labyrinthlose Tauben noch auf Schall reagiren, ausgesprochen, welche mich vernichten müsste, wenn sie begründet wäre. So aber sind seine Angriffe auf Beobachtungen gestützt, welche mit einer völlig unbrauchbaren Methode an gänzlich unbrauchbarem Material ausgeführt wurden. Der von ihm erhobene Vorwurf der leichtfertigen wissenschaftlichen Behauptung trifft daher jedenfalls nicht mich.