

- Fig. 5. Querschnitt durch einen Leberlappen. a Nekrotischer Bezirk. b Hyperämisches Lebergewebe, c Inseln von solchem im Nekrotischen. d Käsiges Heerde.
- Fig. 6. Schnitt durch den Rand des nekrotischen Bezirks. a Nekrotisches, b normales Lebergewebe. c Eitrige Demarcationszone. d Mit Bacillen gefüllte Capillaren. e Massen von Bacillen in diffuser Verbreitung. Schwache Vergrößerung.
- Fig. 7. Schnitt durch die Peripherie des nekrotischen Bezirks a. b Bacillen theils in den Capillaren angehäuft, theils vereinzelt. System 7, Ocular 2 Hartnack.
- Fig. 8. Bacillen aus der Leber. a Lange Bacillen aus Schnittpräparaten. b Einzelne Bacillen und Ketten aus Trockenpräparaten. c Blasse, gequollene Bacillen. d Fructificirende Bacillen. e Roth's Blutkörperchen. Oelimmersion Hartnack, Ocular 4.

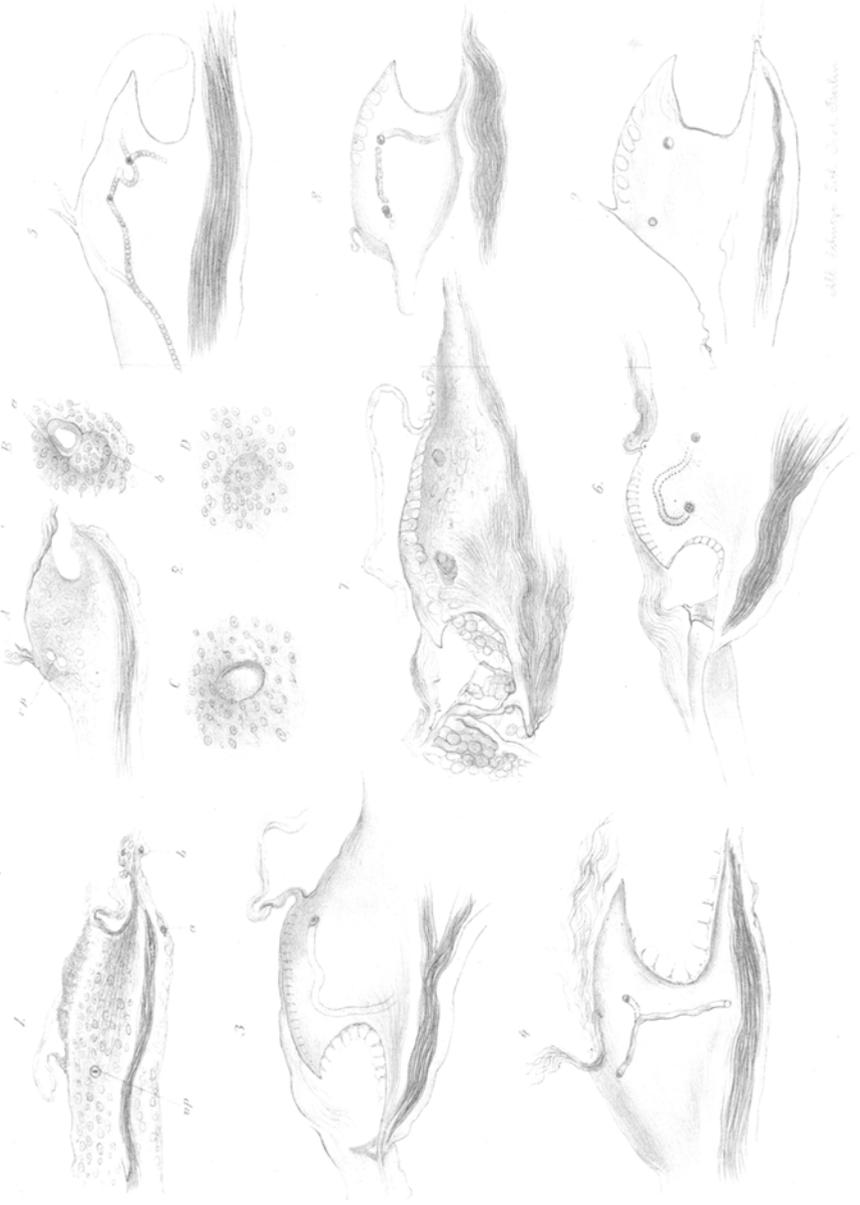
III.

Einiges Anatomische aus der Gehörschnecke und über die Function derselben resp. des Gehörorganes.

Von Prof. Dr. Voltolini in Breslau.

(Hierzu Taf. II - III.)

Nachdem das vorzügliche und grossartige Werk über das Gehörorgan der Wirbelthiere (Stockholm 1881 und 1884) von Gustav Retzius nunmehr vollständig erschienen ist, könnte es fast gewagt erscheinen, noch etwas Neues über das Gehörorgan bringen zu wollen. Jedoch die Natur ist unerschöpflich und unergründlich und wiewohl wir über den Bau des Gehörorganes jetzt im Grossen und Ganzen im Klaren sind, so wird doch immer noch der Forschung etwas übrig bleiben und sich Neues finden lassen. So ist dies nach meinen Untersuchungen mit den Gefässen in der Schnecke der Fall. Bis jetzt ist nur Folgendes bekannt und beschrieben, nemlich das Vas spirale internum, welches sich allezeit unter dem Corti'schen Bogen an der tympanalen Fläche der Membrana basilaris befindet und die Stria vascularis, ein Convolut von Gefässen, an der Peripherie des





häutigen Schneckenkanales, am Ligamentum spirale, über dessen Vorsprung. Ausserdem bilden noch Lavdowsky und Retzius theilweise Gefässe ab, welche zwischen den Nervenbündeln verlaufen, ehe diese letzteren durch die Habenula perforata treten (Retzius, l. c. Bd. II. Taf. XXXVIII. Fig. 8). Ein Mehres ist über die Gefässe in der Schnecke nicht bekannt, denn nur als etwas Zufälliges bildet Kölliker in seinem Handbuch der Gewebelehre, 2. Aufl., 1855, ein Gefäss auf dem Gehörzahne ab (Fig. 332, b) mit der Bezeichnung: „Habenula sulcata Corti mit einer Capillarschlinge“. Dass Kölliker dies Gefäss als etwas Zufälliges ansieht, geht daraus hervor, dass er in der 4. Aufl. desselben Handbuches dies Gefäss gar nicht mehr abbildet. Retzius deutet ebenfalls in einigen Figuren Bruchstücke von Gefässen auf dem Zahne an (Bd. II. Taf. XXX u. XXXI), ohne sie weiter zu bezeichnen und zu benennen. Es ist nun aber das Verhältniss der Gefässe am Gehörzahne ein eigenthümliches und sehr interessantes, was man bisher übersehen hat. Es kommt nemlich constant beim Menschen und allen den Säugethieren, die ich untersucht habe (Affe, Rind, Pferd, Schaaf, Hund, Fuchs, Kaninchen, Hase, Maus, Hirsch, Schwein), in der Nähe des Ursprunges der Reissner'schen und Corti'schen Membran, unterhalb desselben eine mehr oder weniger grosse Oeffnung, ein Foramen, vor, durch welches Gefässe ein- und austreten. Dieses Foramen durchbohrt quer den Zahn und geht durch die ganze Schneckenwindung hindurch. Da durch dasselbe ein Gefäss verläuft, so kann man dieses Gefäss bezeichnen als *Vas spirale perforans dentis*. Es ist zuweilen von relativ colossaler Grösse, z. B. beim Affen (Fig. 2), aber immer ist es relativ gross im Verhältniss zum Zahne, auch beim Menschen. Ueber die Natur dieses Foramen kann kein Zweifel obwalten, denn man sieht nicht selten Blutgefässe mit Blutkörperchen in dasselbe ein- oder austreten, ja selbst wenn man keine Gefässe von aussen her eintreten sieht, so sieht man nicht selten sogar Blutkörperchen in dem Foramen.

Nicht selten ist ausser diesem Foramen noch ein zweites vorhanden, mehr nach der Spitze des Zahnes, also gegen den *Sulcus spiralis* hin. Man sieht dann aus dem Foramen in der Nähe der Reissner'schen Membran ein Gefäss austreten und nach

dem zweiten Foramen hin verlaufen, von hier ab sogar manchmal abermals ein Gefäss nach abwärts verlaufen und wiederum, dicht an der Lamina spiralis ossea, wo also die Nervenbündel verlaufen, noch ein Foramen, durch welches das Gefäss offenbar nach den Nervenbündeln verläuft (Fig. 4 und 5).

Man sieht nehmlich zuweilen auch aus dem ersten Foramen nach rückwärts, d. h. nach dem Modiolus zu ein Gefäss nach unten gehen, nach den Nervenbündeln hin (Fig. 5). Da nun, wie wir weiter unten sehen werden, zwischen den Nervenbündeln ebenfalls Gefässe verlaufen, so ist es unzweifelhaft, dass jene Gefässe des Zahnes in diese übergehen, obgleich ich grade noch nicht direct den Uebergang beobachtet habe.

Wenn ich oben sagte, man finde das Foramen „constant“ in der Nähe des Ursprunges der Reissner'schen und Corti'schen Membran, so ist dies natürlich nicht so zu verstehen, als dürfe man nur irgend einen Schnitt durch den Zahn machen, um sogleich das Foramen oder das Gefäss zu finden.

Jeder, welcher mit der feineren Anatomie des Ohres sich beschäftigt, wird wissen, dass man nicht an jedem Präparat gleich das findet, was man sucht; so ist es mit der Corti'schen Membran, so mit dem Vas spirale internum, so mit den feineren Zellen etc. Fig. 11 stellt ein Präparat von der Maus dar, welches mir ein College von auswärts zusandte, weil, wie er schrieb, er an „50 solchen Durchschnitten“ nicht die Corti'sche Membran gefunden habe und zu der Vermuthung kam, der Maus fehle diese Membran. Es wird Jeder zugeben, dass der Durchschnitt sehr schön ist und dennoch fehlt die Corti'sche Membran. Die Sache war mir natürlich so merkwürdig, so dass ich sofort Mäuse fangen liess, um dies Verhältniss aufzuklären. Nach meiner Methode aber die Durchschnitte gemacht, fand ich sehr bald jene Membran. So ist es auch mit unserm Gefässe; man kann einen Durchschnitt machen und findet sofort das Gefäss, man fährt fort an demselben Präparate Durchschnitte zu vollführen und findet wieder in einer Reihe von Präparaten nichts. Wenn man nun aber jenes Foramen beim Menschen und den oben angegebenen Thieren bei verschiedenen Durchschnitten sicher findet, so muss man es doch als etwas Constantes ansehen und zwar eben in der bezeichneten Gegend, woraus wohl eine gewisse

Beziehung auch zu jenen beiden Membranen, der Reissner'schen und Corti'schen, gefolgert werden könnte. Was das Auffinden des Foramen betrifft, so thut man gut, sich erst schwacher Vergrößerungen zu bedienen, etwa System 4 Hartnack, dann erst zu stärkeren Vergrößerungen überzugehen und selbst zur Immersionslinse. Besonders wichtig ist, dass man sich verschiedener Blendungen bedient, und das Licht auf verschiedene Weise, schief oder voll von unten einfallen lässt, denn eine Täuschung ist leicht möglich, da der Gehörzahn so viele, verschiedenartig gestaltete Zellen besitzt, zum Theil mit dunkeln Kernen, dass man manchmal diese für ein Loch hält. Man muss sich sogar unter Umständen zur Controle des Lampenlichtes bedienen, bei welchem man namentlich die Blutkörperchen in den Gefässen prächtig durchleuchtet sieht, sieht man aber diese, dann ist ja nicht der geringste Zweifel mehr, dass man ein Gefäss vor sich hat. So sieht man denn auch bei Lampenbeleuchtung nicht selten, wenn man auch sonst kein Gefäss erblickt, in dem Foramen Blutkörperchen.

Was nun die Gefässe unter dem Zahne zwischen den Lamellen der *Lamina spiralis ossea*, d. i. zwischen den Nervenbündeln betrifft, so sind diese schwierig zur Anschauung zu bringen, denn natürlich kann dieses nur gelingen, wenn man alles Uebrige über den Nerven entfernt hat und das ist nicht leicht. An einigen gelungenen Präparaten habe ich aber das Verhältniss so gefunden, wie ich es in Fig. 12 abgebildet habe. Zwischen den Nervenbündeln verlaufen die Gefässe nach dem Corti'schen Organe zu und bilden um die Nervenbündel in der Nähe der *Habenula perforata* zurücklaufende Schlingen (Fig. 13). Wie ich schon oben anführte, stehen jedenfalls die Gefässe des Zahnes mit diesen Gefässen um die Nervenbündel im Zusammenhange, da man jene nach unten zu verlaufen sieht, nach der *Lamina spiralis ossea*. Die Gefässe der Nervenbündel stehen alsdann nach der Peripherie zu mit dem *Vas spirale internum* in Verbindung. Es giebt aber meistens zwei *Vasa spiralia interna*, das eine vor dem Corti'schen Bogen (Fig. 1 a), das andere unter demselben (Fig. 1 b u. 14).

Ein Verhältniss an dem Corti'schen Bogen, welches zwar schon bekannt ist und von Waldeyer und Retzius abgebildet

wurde, aber noch nicht mit solcher Schärfe dargestellt ist, wie es mir an einigen Präparaten gelungen ist, will ich hier noch erwähnen. Wie der aufsteigende und absteigende Corti'sche Pfeiler an seinem Kopfe nach aussen zu gleichsam einen Schnabel abgiebt, so hat der aufsteigende Pfeiler auch nach rückwärts, d. i. nach innen zu, vom Kopfe ebenfalls einen Stab, an welchem die Gehörzellen hängen, zu denen die Nerven vor dem Corti'schen Organe ziehen. Dieser Stab, Schopf, so wie jener Schnabel sind demnach die Befestigungsorgane für die Gehörzellen, an denen diese letzteren frei schwebend im Wasser erhalten werden und deshalb erscheint mir der Stab nicht ohne Bedeutung. Die Figuren 14, 15 und 16 erläutern die Verhältnisse.

Was nun die Function der Schnecke betrifft, so sind meine Anschauungen hierüber folgende:

Als Corti in der Schnecke eine neue Welt entdeckte, war man auch über die Function derselben einen Schritt weiter gekommen, ja man glaubte sogar durch diese Entdeckungen mit Einemmale alle Räthsel gelöst zu haben. Ein grosser Mann nannte in einer schwachen Stunde das Corti'sche Organ „das Clavier im Ohre“. Dieses Ausdrucks bemächtigten sich sofort sogar die Feuilletonisten der politischen Zeitungen und sahen wo möglich einen leibhaftigen Beethoven mit Haut und Haaren im Ohre sitzen, welcher die Tasten, d. h. die Corti'schen Fasern, regierte, wobei man sich etwa die zahlreicheren aufsteigenden Corti'schen Fasern als die weissen Tasten, die absteigenden spärlicheren als die schwarzen des Clavieres dachte. Aber der schöne Traum fing an zu zerrinnen, als nachgewiesen wurde, dass die hochmusikalischen Vögel kein Corti'sches Organ besitzen. Ganz ist aber jene Anschauung noch nicht geschwunden, denn noch immer bemühen sich Manche durch Experimente und Sectionen nachzuweisen, dass bestimmte Regionen der Schnecke den hohen Tönen, andere Regionen den tiefen Tönen vorstehen — ähnlich eben wie bei einem Clavier. Und als nun gar Hensen bei einigen Krebsarten gefunden haben will, dass gewisse Hörhaare durch bestimmte Töne besonders in Schwingungen gerathen, da gewann die Clavier-Theorie wieder neue Nahrung und würde dann etwa ein ähnliches Verhältniss herauskommen, wie bei jener russischen Musikbande, welche vor circa 50

Jahren Deutschland durchzog. Jeder Musicus hatte ein Blasinstrument, das nur einen Ton von sich gab, aber durch die ausserordentliche Uebung der Capelle kam ein leidliches Concert zu Stande.

Wir wollen sehen, was sich auf anatomischer Basis an der Hand physikalischer Gesetze über die Function der Schnecke resp. des Gehörorganes sagen lässt.

Zunächst muss es auffallen — denn es ist zu sehr in die Augen springend — dass die verhältnissmässig schmale Lamina spiralis membranacea (*Membrana basilaris*) von einem verhältnissmässig colossal starken und breiten Ligamentum spirale an der Peripherie befestigt wird. Dies ist sogar dort der Fall, wo die Membran am Vorhofe (*Aditus ad Cochleam*) beginnt, also an ihrer schmalsten Stelle, zwischen Lamina spiralis ossea secundaria und primaria. Dieses Lig. spirale hält mit seinem derben Gewebe, nach oben, d. i. nach der Scala vestibuli und nach unten, d. i. Scala tympani ausstrahlend, die Membrana basilaris straff gespannt. So ist das Verhältniss beim Menschen und Säugethiere (Fig. 16).

Eine stark gespannte Membran ist aber der Schalleitung weniger günstig als eine schlaffe. Dies hatte Joh. Müller schon für das Trommelfell nachgewiesen (*Physiolog.* Bd. II. S. 434), also für Luftschallwellen. Die durch die Tensor tympani ermöglichte stärkere Spannung des Trommelfelles schützt uns auf dem Wege des Reflexes vor Nachtheilen des Gehörvermögens bei zu starken Tönen. Was aber für Membranen in der Luft ausgespannt gilt, das gilt auch für solche im Wasser ausgespannte. Dazu kommt, dass die Membran von beiden Seiten von Wasser umgeben ist (*Scala tympani* und *vestibuli*), von Wasser, welches gleichzeitig von beiden Seiten in Wellenbewegung versetzt wird, also noch mehr die Membran zum Stillstande nöthigt. Die Membrana basilaris ist also so straff gespannt, dass sie kaum in Schwingungen gerathen kann, sie kann also auch allen den Gebilden, welche auf ihr befestigt sind, ebenfalls keine Schwingungen mittheilen. Dies wird vornehmlich vom Corti'schen Organe gelten, welches auf ihr mit ihren beiden Pfeilern (aufsteigenden und absteigenden) relativ fest eingefügt ist. Wenn also das Corti'sche Organ in Schwingungen gerathen soll, so müsste dies auf eine andere Weise geschehen.

Der letzte Zweck aller acustischen Einrichtungen im Ohre des Menschen und der höheren in der Luft lebenden Säugethiere kann kein anderer sein als der: die Schallwellen der Luft in Wasserwellen umzusetzen. Von der Luft gehen die Schallwellen an das Trommelfell, welches als Vermittler zwischen Luft und festen Körpern dient, vom Trommelfell durch die Gehörknöchelchen in das ovale Fenster und durch die Luft der Paukenhöhle an das runde Fenster. Von dort gelangen sie in das Labyrinthwasser. Wir haben es also fortan hier nur mit Wasserwellen zu thun, welche direct die der Gehörempfindung fähigen Gebilde in Schwingungen versetzen.

Das Corti'sche Organ kann man sich vorstellen, als einen Menschen, der mit auseinander gespreizten Beinen dasteht (auf der Membrana bas.) und beide Arme und Hände weit ausgestreckt hält. An den ausgestreckten Armen und Händen hängen die (Nerven-) Zellen herab, zu welchen man die Ausstrahlungen des Gehörnerven treten sieht und zwar sowohl vor den aufsteigenden Corti'schen Pfeilern als hinter den absteigenden. Diese Zellen hängen frei schwebend im Wasser. [Ich habe oben ein Präparat (Fig. 14) abgebildet, um das recht hervorzuheben, wie vom Kopfe des aufsteigenden Pfeilers sowohl nach rückwärts, d. i. nach innen, als nach aussen ein Stab, Balken abgeht, an welchem die Nervenzellen hängen.]

Würde man nun den Corti'schen Pfeilern — wie das nach der Clavier-Theorie der Fall war — einen grossen acustischen Werth beilegen, so würden ihre Schwingungen so zu sagen einen Posttag zu spät kommen, d. h. sie würden erst in Schwingungen gerathen, nachdem längst die Zellen in Schwingungen versetzt worden sind. Dies bedarf keiner weiteren physikalischen Auseinandersetzung, weil das sich von selbst versteht, dass im Wasser diejenigen Gebilde am ersten und besten in Schwingungen gerathen, welche dem Wasser am homogensten sind, d. h. beweglicher, zarter sind, als die festen starren Gebilde. Ebenso wie bei einem Luftzuge an einem Baume nicht die Zweige und Aeste zuerst in Bewegung gerathen und durch diese erst die Blätter, sondern die Blätter zuerst. So ist es selbstverständlich, dass in dem Wasser des Labyrinthes die zarten, ohnehin flottirenden, freischwebenden Zellen eher in Schwingungen gerathen,

als die starren, auf der Membr. basil. befestigten Corti'schen Pfeiler. Nach Allem diesem ist es mir unzweifelhaft, dass das Cortische Organ nichts weiter ist, als eine Art Ligamentum suspensorium, um alle die Gebilde, d. i. Zellen und Nerven, die im letzten Grunde allein der Gehörempfindung vorstehen, in der Schwebelage zu erhalten, weil sie nur so im Stande sind, die geringsten Erschütterungen des Wassers aufzunehmen, d. i. zu empfinden. Dies lehrt nach meiner Meinung einfach die anatomische Betrachtung. Dass dabei die Corti'schen Pfeiler auch zum Theil in Schwingungen durch die Töne gerathen, versteht sich auch von selbst: Alles thut, was es nicht lassen kann, auch die Knochen der Schnecke werden in Schwingungen gerathen, ebenso gut wie die Haare auf dem Kopfe, ohne dass dies eine grosse acustische Bedeutung für das Hören hat. Es werden noch dazu die Gebilde am ehesten in Schwingungen gerathen, deren Eigenton dem primären am nächsten steht.

Was nun aber ganz besonders der Clavier-Theorie (und zu dieser rechne ich auch die Anschauung, dass bestimmte Regionen der Schnecke der Empfindung bestimmter Töne vorstehen) widerspricht, ist Folgendes, was man bisher, meines Wissens, völlig übersehen hat, was aber die einfache logische Consequenz uns aufnöthigt.

Man hat bei Deutung der Function des Gehörorgans zu sehr die Analogie mit dem Sehorgane festgehalten. Das Auge ist einfach ein photographischer Apparat, nur mit dem Unterschiede, dass es das Bild, welches beim gewöhnlichen Photographiren sich auf der Platte fixirt, sofort wieder vernichtet, um sogleich einem zweiten Bilde Platz machen zu können. Ist in der Retina ein Defect, so fehlt dann ebenso viel von dem Bilde als der Defect auf der Retina beträgt. Ganz anders verhält sich die Sache beim Gehörorgane, hier hört nicht eine Region a, die andere cis u. s. w., sondern in der Schnecke hört jede Region, d. i. jede Gehörzelle (Nervenzelle) Alles und je mehr Zellen intact sind, desto schärfer ist das Gehör. Aus der Summe der empfindenden Hörzellen, die alle dasselbe hören, resultirt die Schärfe des Gehörvermögens. Dies geht nach meiner Meinung aus Folgendem unzweifelhaft hervor:

Zu allen Zeiten und in allen Zonen hat es immer nur zwei Kategorien von Schwerhörigen gegeben; die Einen hören nur noch Geräusche und Töne, diese muss man Taube nennen, sie verstehen kein Wort mehr. Selten aber giebt es einen Tauben oder Taubstummen, der nicht eben noch Töne oder Geräusche hört. Die Anderen sind solche Schwerhörige, welche noch die Sprache verstehen und diese muss man eben Schwerhörige, nicht Taube nennen. Nun ist aber bei diesen Schwerhörigen dies ein unzweifelhaftes Factum, dass jeder Schwerhörige, auch wenn er noch so schwer hört, Alles hört — wenn es nur mit der gehörigen Stärke und Deutlichkeit zu ihm gesprochen wird! Es giebt keinen Schwerhörigen, der etwa von dem Satze: der Löwe ist ein grimmiges Thier, nur hört: der Thier, oder von dem Satze: der berühmte Ort Paris, nur hört: der . . . Paris. Dies wäre nun aber völlig unmöglich, wenn bestimmte Regionen der Schnecke nur bestimmte Töne resp. Worte hörten, denn — unter den Millionen und aber Millionen Schwerhörigen ist es völlig undenkbar (und die Sectionen haben es zum Theil schon bewiesen), dass bei den verschiedenen Schwerhörigen nicht auch die verschiedensten Regionen der Schnecke pathologisch ergriffen wären und dennoch immer das gleiche Resultat, nemlich dass der Schwerhörige Alles hört. Gegenwärtig habe ich einen schwindsüchtigen Patienten, bei dem bereits tuberculöse Caries auf beiden Ohren ist — wenn man ihm in das Ohr schreit, hört er noch Alles. Welche Verwüstungen müssen hier schon im Labyrinth sein! Dass übrigens der Schwerhörige manche Worte, Buchstaben etc. besser hört als andere, hat gar nichts Auffallendes, da dies auch bei jedem Feinhörenden der Fall ist. Man spreche zu Jemandem, der das feinste Gehör besitzt, mit abgewandtem Gesichte und mit Flüstersprache, in der Nähe z. B. die Worte: „der Unke dumpfer Ton“ — und Jener wird kein Wort verstehn, höchstens das Wort „Ton“. Man spreche aber zu demselben Menschen in derselben Weise die Worte: „sechsmal sechs ist sechsunddreissig“ — und er wird diese Worte mindestens dreimal so weit hören.

Wenn man durch Experimente an Thieren und Sectionen an Menschen hat nachweisen wollen, dass bestimmte Regionen

der Schnecke für die Empfindung hoher, andere Regionen für die tiefer Töne bestimmt seien, so hat man dabei übersehen, wie es schon lange bekannt ist, dass auch in anderen Regionen des Ohres die Empfänglichkeit für dergleichen Töne vermittelt werden kann. So war es schon Joh. Müller (Physiologie Bd. II. S. 437) und Wollaston bekannt, wie durch Spannungsanomalien des Trommelfelles das Hören für hohe oder tiefe Töne bedingt wurde, also nichts mit der Schnecke zunächst weiter zu thun hat.

Wie nun auch das Verhältniss der letzten Endigungen des Gehörnerven in der Schnecke sein möge, ob sie wirklich in die Zellen (Corti'sche, Haarzellen) übergehen, oder dieselben nur umspinnen, so viel steht unzweifelhaft fest, dass sie zu jenen Zellen in Beziehung stehen. Nach dem bisher Auseinandergesetzten bin ich daher der Meinung, dass jede Endigung der Nervenfasern resp. jede einzelne Nervenzelle der Schnecke, zu welcher eben der Nerv tritt, Alles hört und dass nicht bestimmte Regionen der Schnecke dies, andere Regionen jenes hören, denn noch einmal muss ich es hervorheben, die zahllose Menge Schwerhöriger beweist, dass ein Schwerhöriger, selbst wenn man ihm in das Ohr brüllen muss, Alles hört. Bei der zahllosen Menge von Schwerhörigen ist es aber ganz undenkbar, dass nicht bei ihnen die verschiedensten pathologischen Veränderungen in allen Theilen des Labyrinthes vorkommen sollten, bei dem Einen dies, bei dem Anderen jenes, aber immer mit demselben Resultate, nemlich, dass der Schwerhörige Alles hört. Je mehr nun aber Nervenfasern durch den pathologischen Prozess vernichtet sind, desto schlechter hört der Kranke, je weniger vernichtet sind, desto schärfer ist das Gehör, so dass also aus der Summe jeder einzelnen hörenden Zelle sich die Schärfe des Gehöres zusammensetzt, so wie wir mit beiden Ohren besser hören, als mit einem. Es besteht hier wohl ein Verhältniss, wie es bei anderen Sinnesnerven auch vorkommt: im Riechnerven werden wohl nicht andere Fasern vorhanden sein für üble oder gute Gerüche, sondern ein und derselbe Nerv wird nur von dem einen Stoffe anders alterirt als von dem anderen, sowie bei den Gefühlsnerven nicht andere Tastkörper vorhanden sind für das Gefühl des Kalten oder Warmen, Rauhen oder Glatten u. s. w.

Die Erfindung des Telephon hat uns einen Schritt weiter

gebracht in der Erklärung der Function des Gehörorganes und jedes Echo ist eigentlich auch ein Telephon. Denn worin besteht das Wesen des Telephon resp. des Phonographen? Es besteht darin, dass wenn man dieselben Schallwellen auf irgend eine beliebige Weise erzeugen kann, welche die Sprache, das Wort, der Ton hervorgebracht hatte, ganz dieselben Worte und Töne abermals gehört werden müssen und es bleibt sich ganz gleich ob diese secundären Schallwellen von einer Metallplatte, Felswand, Wolke oder den Blättern eines Waldes zurückgegeben werden. Bei dem Phonographen haben wir dies ganz handgreiflich vor uns. Spricht man in den Phonographen hinein, so bewegt das künstliche Trommelfell den Stift auf der Staniolplatte entlang. Jetzt sind die Schallwellen durch den Stift des Trommelfelles auf der Staniolplatte fixirt. Lässt man nun den Stift des künstlichen Trommelfelles von Neuem über die bereits auf der Staniolplatte fixirten Schallwellen dahinlaufen, so tönt die Stimme aus dem Phonographen wie ein Echo mit derselben Stärke und Klangfarbe wie die wirkliche Stimme aus dem Apparate heraus. Ganz so ist nun nach meiner Meinung der Sachverhalt im Ohre. Die Schallwellen der Luft sind durch den acustischen Apparat des Ohres in Wasserwellen umgesetzt, d. h. der Trommelfellstift (Hammer, Ambos und Steigbügel) hat auf das Labyrinthwasser die Schallwellen niedergeschrieben. In diesem Labyrinth- resp. Schneckenwasser schwimmen aber die Gehörzellen der Nerven, welche nun die leisesten Erztitterungen des Wassers empfinden resp. hören. Man kann auch die Luftwellen der Sprache direct in Wasserwellen umsetzen, ohne Vermittelung durch das Trommelfell, wenn man beim Baden untertaucht und unter dem Wasser spricht; taucht gleichzeitig ein Anderer unter, so hört dieser mit voller Deutlichkeit die Worte, wie ich Solches diesen Sommer erst im Seebade versucht habe. Eine parlamentarische Rede kann man freilich unter dem Wasser nicht halten, weil man nicht inspiriren kann, sondern man kann nur so viel sprechen als bei einer Expiration möglich ist, also z. B. „August komm her“. Die Luftschallwellen eines Mundes gehen hier an das Wasser und von da erst an das Ohr des Zuhörenden über.

Die hochmusikalischen Vögel haben bekanntlich kein Corti-

sches Organ, aber Gehörzellen resp. Nervenzellen ähnlich wie die Säugethiere, woraus folgt, dass diese Gehörzellen die Hauptsache beim Hören sind. Nun sind, wie gesagt, die Vögel hochmusikalisch gebildet, so dass sie die verschiedensten Melodien nachsingen, ja sogar sprechen lernen. Da dies Alles kein Säugethier im Stande ist, so könnte man denken, das Gehörorgan der Vögel sei höher organisirt. Dies ist jedoch nicht der Fall, denn die musikalische Qualität des Gehörorganes ist überhaupt eine niedrigere als das Verständniss der Sprache. Es kann ein Patient noch Musik hören, der die Sprache kaum mehr versteht (bekanntlich war Beethoven die letzten 20 Jahre seines Lebens fast taub). Wenn der Vogel Worte sprechen lernt, so ist dies nur eine musikalische Fertigkeit, er spricht gleichsam nach Noten — aber er versteht nicht das Gesprochene! Der Vogel kann wohl sprechen lernen: „komm her“ — aber er selbst kommt nicht, wenn man dies zu ihm spricht. Dagegen Welch bedeutendes Verständniss haben Säugethiere für die Sprache, obgleich sie weder singen noch sprechen können. Mit einem Hunde, einem Elephanten kann man eine Art Unterhaltung führen; er folgt auf jedes Wort, denn er versteht es. Wenn nun die Säugethiere höher organisirt sind, als die Vögel, so muss dies auch vom Gehörorgan gelten und da die Säugethiere ein Corti'sches Organ haben, welches die Vögel nicht haben, so muss man unzweifelhaft dieses Organ als eine höhere Entwicklung des Gehörorganes ansehen. Diese liegt aber nach meiner Meinung nicht darin, dass die Corti'schen Pfeiler eine ganz besondere Schwingungsfähigkeit haben und hinzubringen (Claviertasten), sondern darin, dass durch das Corti'sche Organ das Hörvermögen gleichsam zu höherer Freiheit erhoben wird. Bei den Vögeln liegen die Gehörzellen (Nervenzellen) auf der Membrana basilaris unmittelbar ohne Vermittelung auf. Durch das Corti'sche Organ aber, wie wir oben gesehen haben, erhoben sich die Gehörzellen frei über die Membrana basilaris und schweben frei im Wasser, indem sie an den Querbalken des Corti'schen Organes hängen und nun bei dieser grösseren Freiheit viel feiner von der Wellenbewegung des Labyrinthwassers afficirt werden.

Uebrigens muss man das zugeben, dass der Vorhof und die halbzirkelförmigen Kanäle resp. Ampullen höchst wahrscheinlich

nur für das Hören von Geräuschen und Tönen bestimmt ist. Hierauf weist der Bau derselben und die comparative Anatomie hin. Im Verhältniss zur Schnecke fehlt den Säckchen und Ampullen die höchst feine Differenzirung der Gewebe und bei den niederen Thieren sind zuerst der Vorhof und die Kanäle ausgebildet, diese niederen Thiere hören aber unzweifelhaft nur Geräusche oder Töne, denn unter dem Wasser giebt es keine Sprache, der „stumme Fisch“ braucht also auch keine vernehmen. Man kann also mit Fug und Recht das höhere Verständniss der Sprache in die Schnecke verlegen.

Die Physiologie wird nach meiner Meinung niemals durch Experimente, am allerwenigsten an Thieren, die schon arg maltirt werden müssen, wenn man zum inneren Ohre gelangen will, — das Dunkel lüften, welches auf der Function der einzelnen Theile des Gehörorganes ruht, denn an Thieren kann man dabei höchstens ermitteln, ob sie hören, aber niemals, was sie hören. Hier können nur Experimente helfen, welche die Natur durch Krankheiten an den Ohren der Menschen anstellt. Hat man bei solchen die Symptome genau verzeichnet und hat man Gelegenheit nach dem Tode des Menschen das Gehörorgan zu untersuchen, so wäre das ein Weg sicher über die Function der einzelnen Theile des Gehörorganes in's Klare zu kommen. Aber das ist „ein grosses Wort gelassen ausgesprochen“. Hierbei müssen Bedingungen erfüllt werden, die fast des Menschen Kraft übersteigen. Diese Bedingungen sind:

1. Im Leben des Kranken die Symptome genau feststellen, und genaue Untersuchung desselben.

2. Sofort, d. i. höchstens 1—2 Stunden nach dem Tode des Kranken, muss das Ohr herausgenommen und untersucht oder in eine conservirende Flüssigkeit gelegt werden. Geschieht dieses Alles nicht, dann hat die Untersuchung schon wenig Werth, denn man weiss dann nicht mehr, was pathologisch, was Leichenphänomen ist.

3. Vollendete Kenntniss der Technik der Zergliederung und Untersuchung.

4. Das ganze Gehörorgan von a bis z muss untersucht werden — was will das aber sagen: einige Hundert Durchschnitte

durch die Schnecke, um sie für die feinste mikroskopische Untersuchung zugänglich zu machen!

Was dem einzelnen Forscher kaum möglich ist, wäre vielleicht einem Consortium, viribus et unitis, möglich.

Aus der Literatur über die Gefässe der Gehörzähne trage ich noch Folgendes nach:

Deiters (die *Lamina spiralis membranacea* S. 15) sagt: „ich habe nie etwas der Art gesehen (ein Gefäss, welches Kölliker abbildet. V.) und halte demnach das Gewebe der Zähne selbst für gefässlos.“

Böttcher spricht sogar in der Entwicklungsgeschichte des Gehörlabyrinthes gar nicht von Gefässen in den Zähnen, und wenn er nur in Fig. 24 und 31 einige Bruchstücke von Gefässen abbildet, ohne sie zu bezeichnen und zu nennen, so muss man auch annehmen, er habe sie nur für etwas Zufälliges gehalten. Interessant aber ist, dass er in Fig. 25 A, B, C Löcher in dem Zahne abbildet, ohne sie jedoch zu nennen und zu bezeichnen — diese Löcher sind jedenfalls meine Gefässlöcher.

Waldeyer (Stricker, Handbuch der Gewebelehre S. 926) sagt von den Gehörzähnen: „auch ziehen Gefässschlingen hinein.“

Löwenberg (*La lame spirale de limaçon de l'oreille*) sagt S. 28: „La substance des saillies et des dents ne m'a jamais présenté de vaisseaux.“

Henle erwähnt nichts von Gefässen und bildet auch keine ab. So sind also die Meinungen getheilt und selbst die Autoren, welche Gefässe erwähnen und abbilden, sehen sie mehr oder weniger als etwas Zufälliges an.

Es ist die Frage, ob dem von mir beschriebenen Foramen resp. dem *Vas spirale perforans dentes* nicht der Charakter eines Sinus zukommt, da das Loch, welches die Gefässe aufnimmt, gross und immer klaffend ist!

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel II—III.)

(Die Figuren sind zunächst mit schwacher Vergrösserung Hartnack, System 4 angelegt und mit System 8 dann vervollständigt, auch wo es nöthig war Immersion No. 10 [Wasser] zu Hilfe genommen, bei Abbé'scher Beleuchtung.)

Fig. 1. Mensch. Gehörzahn. a, b *Vasa spiralia*. vp *Vas spirale perforans dentes*.

- Fig. 2. Affe. A Gehörzahn. vp Vas perforans, welches den Anschein giebt, als wären es zwei Löcher, es ist aber nur eins mit Eingangs- und Ausgangsöffnung. Bei B ist dies dargestellt bei verändertem Focus, so dass a die erstere, b die letztere bedeutet. Bei C und D ist dasselbe Präparat von unten betrachtet, also die Fläche umgekehrt.
- Fig. 3. Rind. Man sieht unter der Reissner'schen Membran das Foramen, aus welchem ein Gefäss heraustritt, nach dem Sulcus spiralis zu verlaufend.
- Fig. 4 u. 5. Schaaf. Man sieht in beiden Figuren die zwei Gefässlöcher und von ihnen nach rückwärts und vorwärts Gefässe verlaufen und zwar bis unten hin, wo der Nerv verläuft.
- Fig. 6. Junger Hund. Auch hier sieht man die zwei Gefässlöcher mit einem Gefäss.
- Fig. 7. Hase. Die beiden Gefässlöcher, wovon das eine gegen den Sulcus spiralis hin sehr gross erscheint, weil es schief in der Substanz des Zahnes verläuft.
- Fig. 8. Hirsch. Die beiden Gefässlöcher mit einem Gefäss.
- Fig. 9. Schwein. Die beiden Gefässlöcher, zwischen beiden ein heller Streifen, höchst wahrscheinlich ein Gefäss, in dem keine Blutkörperchen zu entdecken sind, weil das Schwein nicht erschlagen, sondern nur gestochen worden, also verblutet ist.
- Fig. 10. Fuchs. Das Gefässloch befindet sich hier etwas weiter unten.
- Fig. 11. Maus. vp Vas perforans.
- Fig. 12. Nervenbündel aus der Lamina spiralis ossea unterhalb des Zahnes. Man sieht zwischen ihnen Gefässe verlaufen, die jedenfalls in Verbindung stehen mit denen des Zahnes.
- Fig. 13. Bei a Vas spirale internum (unter dem Corti'schen Bogen). b Ein Gefäss, welches die Nervenbündel in Fig. 12 begleitet und sich dann um dieselben als Schlinge zurückwendet.
- Fig. 14. Schaaf. n Nervenfasern, welche durch die Habenula perforata hindurchtreten und sich zum Theil in die Zellen Z verbreiten (welche hier nur unvollkommen wiedergegeben sind) zum Theil zwischen die Corti'schen Pfeiler hindurchtreten. vv Zwei Vasa spiralia interna. p Corti'scher aufsteigender Pfeiler. Man sieht von seinem Kopfe a, sowohl nach rückwärts b, als nach vorwärts b' einen Balken abgehen, an welchem die Hörzellen hangen (Immersion). Dasselbe Verhältniss zeigt
- Fig. 15 vom Schaafe und Fig. 16 von der Maus.
- Fig. 17 u. 18. Beide vom Pferde. Vas spirale perforans dentes mit Blutgefässen. Es sind hier auch in jedem Präparate zwei Löcher sichtbar, in dem einen a Fig. 17 sieht man Blutkörperchen. Bei vv Fig. 18 schimmert ein Gefäss durch die Substanz des Zahnes hindurch.