

# Ueber das Epithel der Maculae acusticae beim Menschen.

Von

**Dr. M. V. Odenius,**  
Prosector in Lund.

---

Hierzu Taf. V.

---

## 1. Beschaffenheit der nerventragenden Wand.

Utriculus. Wie bekannt nimmt der Utriculus den oberen und den hinteren Theil des Vestibulum in der Weise ein, dass sein oberer resp. hinterer Umfang sich der Krümmung der Knochenwand mehr oder weniger dicht anschmiegt, während seine untere resp. vordere Fläche frei gegen den grossen perilymphatischen Raum gekehrt ist. Die beiden Abtheilungen, in welche der Utriculus zerfällt, nämlich eine vordere breitere und eine hintere mehr röhrenförmige, treten auch an seiner unteren Wand deutlich hervor; man kann somit an ihr einen vorderen breiteren ziemlich ebenen, und einen hinteren schmäleren Theil unterscheiden. Während der letztgenannte Theil dieselbe Beschaffenheit wie die übrige Utricularwand zeigt, fällt der vordere schon durch seine Dicke und Undurchsichtigkeit als etwas Besonderes auf. Sehr deutlich tritt an der unteren Fläche ein von der Nervenausbreitung herrührender weisslich gefärbter Fleck hervor, der pinselförmig nach aussen und hinten ausstrahlt. Die obere Fläche zeigt sich wie leicht ausgehöhlt, indem sie von der Pyramis Vestibuli in einem schwachen Bogen nach hinten abfällt, und trägt die durch ihre gelbliche Färbung leicht kenntliche

*Macula acustica.* Die Form und Dimensionen der *Macula acustica* sowie die gröberen Verhältnisse ihrer Nervenausbreitung übersieht man vielleicht am deutlichsten an Präparaten, welche nach der von M. Schultze<sup>1)</sup> angegebenen Methode mit Osmiumsäure behandelt worden sind (Fig. 1). Man findet sie hier ungefähr elliptisch mit der längeren Achse von 2,8—3 Mm. in der Richtung der *Pyramis Vestibuli* gegen das hintere Ende des Vorhofsfensters gestellt; die kleinere Achse misst ungefähr 2 Mm. Wie schon erwähnt, besitzt die Wand im Bereich der *Macula acustica* eine bedeutende Dicke, welche indessen nicht allein in der Einlagerung der Nerven, sondern auch in einer grösseren Entwicklung aller übrigen betheiligten Gewebe ihren Grund hat. An der Eintrittsstelle der Nerven beträgt sie bis zu 0,8 Mm., und verdünnt sich von hier allmählig, hauptsächlich nach hinten, aber auch nach den Seiten, so dass sie an der Grenze des Nervenepithels nur 0,06 Mm. misst und bald die gewöhnliche Dicke (0,025—0,03 Mm.) der *Utricularwand* annimmt. Ihre untere Fläche zeigt zwar im Allgemeinen denselben Bau wie an der übrigen *Utricularwand*, ist aber doch darin von ihr verschieden, dass das Gefüge der Elemente viel dichter ist und auch keine Bindegewebsfäden oder Gefässe von ihr abgehen. An Durchschnitten sieht man sie daher ganz scharf und eben, nur hie und da mit kleinen Hervorragungen von oberflächlich gelagerten Kernen. Mit Ausnahme des Theiles, welcher dem *Sacculus* angehört, habe ich hier ein wirkliches Epithel im gewöhnlichen Sinne nicht finden können, obwohl es manchmal den Anschein eines solchen hat. Die obere Fläche wird von einer hellen homogenen Schicht von ungefähr 0,004—0,005 Mm. Mächtigkeit gebildet und setzt sich scharf gegen das Epithel ab. Die Capillaren treten bis dicht unter diese Schicht heran. Uebrigens findet man diese Wand nicht immer ganz compact, sondern in der Nähe der Eintrittsstelle der Nerven und unter denselben von lockerem netzförmigem Bindegewebe mit nach Aussen sich öffnenden Maschen durchzogen.

Die Nerven sind anfangs zu dicken Bündeln vereinigt, welche

---

1) M. Schultze: Zur Kenntniss der Leuchtorgane von *Lampyris splendidula*, und M. Schultze und M. Rudneff: Weitere Mittheilungen über die Einwirkung der Ueberosmiumsäure auf thierische Gewebe. Arch. f. mikr. Anat. herausg. v. M. Schultze. Bd. I. 1865. M. Schultze ebendas. Bd. II. p. 270.

in mehreren Lagen dicht über einander liegen, später aber, indem sie nach allen Richtungen ausstrahlen, eine immer dünnere und durchbrochene Schicht bilden, bis sie sich an der Peripherie der Macula in ganz dünne Bündel oder einzelne Fasern auflösen (Fig. 1). An Flächenansichten decken sich daher die Nervenbündel in der Mitte der Macula vollständig, und zeigen erst gegen die Peripherie durch immer grössere Lücken gesonderte und ziemlich genau radial verlaufende Strahlen, welche zuletzt ganz fein und ungefähr in gleicher Linie endigen. In der Ecke unmittelbar hinter der Hauptmasse der Nerven trifft man gewöhnlich ein kleines abgesondert eintretendes Nervenbündel, das in nur wenige mehr gekrümmte Strahlen ausläuft. Von dem oberen Umfange der längslaufenden Nervenbündel lösen sich in kurzen Abständen kleinere Bündel ab, welche in den mehr centralen Theilen unter einem beinahe rechten Winkel, dagegen nach der Peripherie hin unter immer flacheren Bogen sich gegen die obere Fläche wenden. Der Flächenansicht entsprechend sieht man auch an rechtwinklig gegen die ausstrahlenden Nervenbündel geführten Querschnitten die genannten Bündelchen bestimmter und durch grössere Zwischenräume von einander geschieden, als an radialen. Während ihres Aufsteigens gegen die obere Fläche lösen sich die Bündelchen immer mehr auf, indem theils einzelne oder mehrere Primitivfasern sich angrenzenden Bündelchen anschliessen, wodurch ein wahrer Nervenplexus entsteht, theils die Fasern mehr oder weniger nahe an der homogenen Schicht sich nach allen Seiten ausbreiten, um ihren Bezirk des Epithels zu versorgen. Theilungen der markhaltigen Fasern habe ich nie mit Sicherheit beobachtet, obwohl ich fleissig darnach gesucht habe; immerhin müssen sie in den Bündelchen sehr selten sein. In derselben Weise wie es M. Schultze<sup>1)</sup> zuerst in den Ampullen und Otolithensäcken der Fische gezeigt hat, spitzen sich die vereinzelt Primitivfasern endlich ziemlich rasch zu, indem sie ihre Markscheide verlieren, und laufen in einen feinen Faden, den Axencylinder aus. Der bezeichnete Uebergang findet bald unmittelbar unter der homogenen Schicht, bald tiefer unten statt, so dass man hie und da marklose Fäden trifft, die eine relativ weite Strecke durchlaufen müssen, ehe sie die homogene Schicht erreichen. Hier angelangt dringen auch beim Men-

---

1) M. Schultze: Ueber die Endigungsweise des Hörnerven im Labyrinth. Arch. f. Anat., Physiol. etc. Jahrg. 1858.

schen die Achsencylinder, wie M. Schultze<sup>1)</sup> und Reich<sup>2)</sup> bei den genannten Thieren und auch Köl liker<sup>3)</sup> im Vestibulum des Ochsen gefunden, durch die homogene Schicht und treten in das Epithel hinein. Ob eine Theilung der marklosen Fasern, ehe sie die homogene Schicht verlassen haben, vorkommt, darf ich nicht bestimmt angeben, obwohl ich Bilder gesehen, welche dafür zu sprechen schienen. — Die Anordnung der Nerven in Bündeln bringt es mit sich, dass nur noch ein Theil der markhaltigen Fasern mehr senkrecht hinaufsteigen kann, während die übrigen in kürzeren oder weiteren Bogen nach den Seiten sich umbiegen. Auch verliert sich gegen die Oberfläche hin die Scheidung in Bündel immer mehr und die Fasern greifen mannigfach ineinander ein. In kleinerem Massstabe wiederholt sich dasselbe bei den marklosen Fasern, von welchen man somit einige sich bogenförmig mehr oder weniger weit unter der homogenen Schicht hinziehen sieht. Durch dieses Verhalten und besonders wenn zwei Bogen sich in ungefähr derselben Ebene begegnen, bekommt man nicht selten Bilder, die sehr an die von Hartmann<sup>4)</sup> in den Otolithensäcken der Fische beschriebenen Schlingen erinnern.

**Sacculus.** Obschon der Sacculus in Betreff seiner Lage und seines übrigen Verhaltens in vielen Beziehungen vom Utriculus abweicht, zeigen doch die Macula acustica und die letzte Nervenaustrittsstelle in beiden eine grosse Uebereinstimmung. Von den beiden Wänden, die an dem plattgedrückten Sacculus unterschieden werden können, ist die innere nerventragende vollständig in den Recessus sphaericus eingesenkt und daran befestigt. In der Mitte erreicht sie eine Mächtigkeit bis zu 0,42 Mm. und verdünnt sich allmählig gegen die Peripherie, so dass der Durchschnitt ungefähr die Figur eines Halbmondes zeigt. Die Macula acustica nimmt den grössten Theil der inneren Wand ein und hat ebenfalls hier eine elliptische Gestalt mit der längeren beinahe vertikalen Achse von 2,8—3 Mm.,

---

1) l. c. S. 347.

2) H. Reich: Ueber den feineren Bau des Gehörorgans bei Petromyzon, in A. Eckers Unters. zur Ichthyolog. Freiburg 1857. Kenne ich nur nach Citaten.

3) Köl liker: Handb. d. Gewebelehre. 4. Aufl. 1863. S. 695.

4) R. Hartmann: Die Endigungsweise der Gehörnerven im Labyrinth der Knochenfische. Arch. f. Anat., Physiol. etc. Jahrg. 1862.

der kürzeren von 1,5—1,6 Mm. Im Utriculus sahen wir die Nerven von einem Punkte aus in eine von beiden Seiten freie Membran ausstrahlen; am Sacculus dagegen, wo die dem Knochen dicht anliegende Wand überall den Nerven Eintrittspunkte bietet, ist demgemäss die Macula cribrosa anders gestaltet, besonders in die Länge gezogen, und gibt folglich die Form der zu ihr gehörigen Macula acustica genauer wieder. An Flächenansichten von Osmiumsäure-Präparaten findet man die schwarze dichte Nervenmasse in der vorderen Hälfte der Wand, beinahe über deren ganze Länge sich erstreckend (Fig. 2). Die nach vorne abgehenden Bündel sind nur kurz, an den Enden sind sie etwas länger und dichterstehend, besonders an dem unteren Ende, doch habe ich ebensowenig wie Hensen<sup>1)</sup> hier Nerven, welche an den Canalis reuniens treten, finden können. Die nach hinten gerichteten Bündel dagegen sind lang und stehen dicht und ziemlich parallel. An Durchschnitten sieht man diesem Verhalten entsprechend die vor der Mitte der Wand in diese eingetretenen Nerven vorne senkrecht oder nur wenig gebogen aufsteigen, hinten dagegen sich mächtig überbiegen und gegen den hinteren Rand sich erstrecken. So viel ich finden konnte, verhalten sich im Uebrigen die Nerven, besonders die gegen die Oberfläche abgehenden secundären Bündel ganz in derselben Weise, wie in der Macula acustica des Utriculus. Ebenso, nur in viel höherem Grade, ist die fragliche Saccularwand in ihrer Dicke von einem netzförmigen weitmaschigen Bindegewebe durchzogen, nämlich an beiden Seiten des Nerveneintritts, zwischen der Nervenausbreitung und der dünnen dichteren Schicht, welche dem Recessus anliegt.

## 2. Das Epithel

scheint, so viel ich bisher ermitteln konnte, an beiden Maculae acusticae dieselbe Beschaffenheit zu besitzen und zeichnet sich in mehrfacher Beziehung vor der übrigen Epithelialbekleidung der Säcke aus. Durchschnitte zeigen wie das niedrige Plattenepithel der Sackwände gegen die Macula hin allmählig sich verdickt, indem die einzelnen Elemente immer höher werden, und zuletzt ein deutliches, aus hellen dicken, an beiden Enden abgeplatteten und mit grossem rundlichem Kerne versehenen Zellen bestehendes Cylinderepithel

1) V. Hensen: Zur Morphologie der Schnecke des Menschen und der Säugethiere. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 13. 1863. S. 491.

darstellt. An diese Zellen schliesst sich unmittelbar und ohne Zwischenformen das Nervenepithel der Macula in der Weise an, dass seine äussersten Zellenreihen noch eine kurze Strecke in derselben Flucht an Höhe zunehmen, um dann über die ganze Macula dieselbe Höhe von 0,030—0,035 Mm. zu behalten. Von der Oberfläche gesehen zeigt sich indessen, dass die Grenze keine grade Linie bildet, sondern die beiden Epithelarten sich mannigfach zwischen einander einschieben. Was das Nervenepithel besonders charakterisirt, sind der gelbliche körnige Inhalt wenigstens eines grossen Theils seiner Elemente, wodurch das Ganze ziemlich undurchsichtig wird, und die Haare, welche überall von seiner Fläche hervorragen.

Im frischen Zustande sind die das Epithel zusammensetzenden Elemente nicht zu unterscheiden und man muss sie daher durch künstliche Mittel zu isoliren suchen. Dass sie dabei vielerlei Veränderungen erleiden, ist unzweifelhaft, indessen glaube ich nicht, dass diese Veränderungen so bedeutend sind, dass sie keinen Rückschluss auf das natürliche Verhalten gestatten, insbesondere als die durch verschiedene Reagentien erhaltenen Formen so sehr mit einander übereinstimmen. Fig. 6 habe ich eine Anzahl von isolirten Epithelialelementen in ihren gewöhnlichsten und meist charakteristischen Formen, wie sie durch Behandlung mit verschiedenen Flüssigkeiten erhalten sind, so getreu wie möglich abgebildet. Aus derselben erhellt zugleich, dass, obwohl die Kerne in sehr verschiedener Höhe stehen, doch sämtliche Elemente die ganze Höhe des Epithels durchdringen und dasselbe als einschichtig zu bezeichnen ist.

Von den Otolithensäcken der Fische beschreibt M. Schultze<sup>1)</sup> bekanntlich an der Macula drei Arten von Epithelialgebilden, nämlich die Cylinderepithelialzellen »mit rundem Querschnitt, grossem runden Kern und nach der Erhärtung stark körnigem Inhalt«, die sehr viel zahlreicheren kleinen Fadenzellen »mit zwei feinen Ausläufern, einem peripherischen etwas dickeren und einem centralen verschwindend feinen«, und endlich in wechselnder Menge die Basalzellen »mit abgestutztem, dem Bindegewebe aufruhenden centralen und zugespitztem peripherischen, zwischen den übrigen Elementen verschwindenden Fortsatze«. Vom Vestibulum der Säugethiere (Ochsen) gibt auch Kölliker<sup>2)</sup> zweierlei Elemente an, die

---

1) l. c. S. 356.

2) l. c. S. 695.

den beiden ersten Arten Schultze's zu entsprechen scheinen. In den Maculae, acusticae des Menschen lassen sich, wie ich glaube, die von M. Schultze angegebenen dreierlei Formen der Epithelialelemente, wenn auch etwas modificirt, erkennen. Durchmustert man nämlich die hier vorkommenden Zellenformen etwas genauer, so findet man solche, die eine ganz regelmässige Cylindergestalt zeigen mit höher oder tiefer stehendem Kerne und nach unten abgerundet oder zugespitzt endend. Andere wieder haben einen kürzeren Körper mit dem Kerne am unteren Ende und laufen in einen oder mehrere Fäden aus, welche sich oft verzweigen oder dreieckig abgestutzt enden. Andere Zellen endlich sind Sanduhr-ähnlich mit dem Kerne in der unteren Abtheilung; ihr Extrem zeigt diese letzte Form in den Fällen, wo das Verbindungsstück sehr lang und dünn wird, so dass die untere Anschwellung nur den Kern umschliesst. Der nach Einwirkung von Reagentien stark körnige Zelleninhalt ist entweder mehr gleichmässig über den ganzen Zellenkörper vertheilt oder häuft sich bei der letztgenannten Form in den oberen Abschnitt der Zelle an, während der untere den Kern einschliessende Theil und das Verbindungsstück ein homogenes etwas glänzendes Aussehen zeigen. Die genannten Formen mit ihren vielen Uebergängen zeigen indessen alle das Gemeinschaftliche, dass ihr oberer, an die Oberfläche stossender Abschnitt, wie verschieden auch seine Höhe sein mag, doch immer ungefähr denselben horizontalen Durchmesser besitzt, und folglich diese Zellen einen gleichen Antheil an der Bildung der Epitheloberfläche nehmen. Sie sind somit wahrscheinlich alle als eigentliche Epithelzellen den Schultze'schen Cylinderzellen äquivalent zu betrachten, und ihre Formverschiedenheiten lassen sich, wie schon erwähnt, gewiss zum Theil auf den Einfluss der Reagentien beziehen, wodurch der Zelleninhalt sich entweder ungleichmässig zusammengezogen hat oder theilweise herausgetrieben worden ist, wie man ja in den meisten Fällen an der Oberfläche des Epithels Klümpchen von ausgetretener Inhaltsmasse beobachtet. Andererseits scheint doch der Umstand, dass dieselben Formen nicht nur nach Erhärtung in Holzzessig oder Chromsäure, sondern auch nach Maceration in Jodserum, obwohl nicht ganz so deutlich markirt, zum Vorschein kommen, darauf hinzudeuten, dass sie nicht durchgehends als Kunstproducte zu betrachten, sondern wirklich in der Natur vorgebildet und nur durch die genannten Reagentien mehr oder weniger verzerrt worden sind. Eine wei-

tere Stütze könnte diese Ansicht noch in der oben erwähnten Thatsache finden, dass die Kerne in so verschiedener Höhe gestellt sind.

Weiter findet sich im Epithel der Maculae, obschon sparsamer, eine Zellenform, die sich dadurch auszeichnet, dass ihr kleiner, grösstentheils von dem Kerne eingenommener Körper mit seinem unteren kurzen quer abgestutzten oder zerfaserten Ende der homogenen Schicht mehr oder weniger dicht anliegt und nach oben in einen langen ziemlich dünnen Fortsatz ausläuft, der an der Oberfläche des Epithels leicht verdickt und gewöhnlich etwas körnig endet. Diese Zellen stimmen somit in mehreren Beziehungen mit den von M. Schultze erwähnten Basalzellen überein; der hauptsächlichste Unterschied ist, dass der peripherische Fortsatz nicht zwischen den übrigen Elementen verschwindet, sondern bis an die Oberfläche reicht. Man darf sich indessen nicht verhehlen, dass auch eine andere Deutung möglich ist, insoferne nämlich diese Zellen den am meisten ausgezogenen Cylinderzellen sehr ähneln, nur bedeutend schmaler an ihrem peripherischem Ende sind, und man annehmen könnte, dass hier durch eine noch weiter getriebene Zusammenziehung oder Entleerung des Zelleninhaltes die mehr gleichförmige Dünnhheit des peripherischen Theiles hervorgebracht wäre. Von grösserem Belange scheint diese Frage jedenfalls nicht zu sein, da es kaum zu vermuthen ist, dass irgend eins der bisher betrachteten Epithelialgebilde mit den Nerven in Verbindung stehe.

Eine dritte Art von Epithelialgebilden finden wir in Form von langgestreckten schmalen Spindeln, welche nach beiden Enden, central gewöhnlich rascher, peripherisch mehr allmählig in dünne einfache Fortsätze übergehen. Nach Erhärtung in Chromsäure und besonders in Holzzessig treten diese Gebilde durch ihren Glanz scharf hervor und machen hier bei ihrem oft geschlängelten Verlauf eher den Eindruck einer einfachen Anschwellung eines Fadens, als den einer selbständigen Bildung. Bei Maceration in Jodserum beobachtet man sie noch während der ersten Tage in der beschriebenen Gestalt, nur im Körper wie in den Fortsätzen etwas dicker; bei weiter fortgeschrittener Maceration aber, wo die übrigen Elemente sich vollständig isoliren, scheinen sie entweder ebenso wie die Haare zu verschwinden, oder sie werden in der Weise verändert, dass sie sich nicht wohl von anderen ähnlichen Bildungen unterscheiden lassen. Durch die Spindelform und die beiden entgegenstehenden Fortsätze zeigen die fraglichen Gebilde eine grosse Aehnlichkeit mit den



Schultze'schen Fadenzellen; sind sie aber auch wie diese mit einem Kerne versehen? An Holzessigpräparaten wenigstens, wo doch die Kerne der übrigen Elemente deutlich und körnig hervortreten, habe ich nie mit Sicherheit einen Kern beobachtet, sondern den Körper wie die Fortsätze gleichmässig homogen und glänzend ohne alle Körner gefunden. An Chromsäurepräparaten haben sie ungefähr dasselbe Aussehen, doch sieht man hier nicht selten den Körper durch eine feine Linie von den Fortsätzen geschieden, was vielleicht auf die Anwesenheit eines Kerns zu beziehen wäre. Ebenso ist es mir bei Anwendung von Jodserum zweifelhaft geblieben, ob diese Gebilde wirklich mit einem Kerne versehen sind oder nicht.

Wie vorher erwähnt steigen von der ganzen Oberfläche des Epithels kurze starre dichtstehende Haare empor, offenbar ähnlich den von M. Schultze bei den Plagiostomen entdeckten und mit dem Namen der Hörhärchen<sup>1)</sup> belegten Gebilde. Ihre Form und Länge beim Menschen genau anzugeben ist natürlich mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden, indessen mag es wohl erlaubt sein, das Verhalten bei den Säugethieren in Betracht zu ziehen. Bei diesen (Hund und Katze) hat schon M. Schultze<sup>2)</sup> Härchen angegeben, und Kölliker<sup>3)</sup> erwähnt hier ebenfalls »steife, dickere, kegelförmige Borsten (vielleicht Büschel von Härchen).« Beim Kalbe sind sie frisch untersucht vollkommen durchsichtig, gerade, an der Basis von noch messbarer Breite, und verzünden sich von hier gleichmässig, bis sie schliesslich nicht weiter zu verfolgen sind. In Chromsäure erhärtete menschliche Maculae geben im Ganzen dasselbe Bild, nur werden die Haare dadurch sehr brüchig, so dass es kaum gelingt, eine unverletzte Spitze zu sehen. Auf die Dauer conservirt Holzessig vielleicht noch am Besten die Haare, aber sie schrumpfen dabei gern etwas zusammen, werden kürzer und dicker, gewöhnlich zugleich etwas gekrümmt, wodurch sie ein pfriemenähnliches Aussehen bekommen. Die bei den Fig. 6 h und l abgebildeten Haare von 0,022 und 0,27 Mm., die längsten, welche ich bisher getroffen, stammen indessen von einem Holzessigpräparat. — In Betreff der Gebilde, welche die Haare tragen, ist zuerst an einen Umstand zu erinnern, welcher der Entscheidung dieser Frage be-

---

1) Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862. S. 9.

2) Müller's Archiv. 1858. S. 371.

3) l. c. S. 695.

sonders hinderlich entgegen tritt, nämlich der feste Zusammenhang der Elemente an der Oberfläche des Epithels, welcher Zusammenhang nicht in den genannten, die Haare conservirenden Flüssigkeiten aufgehoben wird. Bei Isolirungsversuchen werden dadurch nicht nur die Haare meistens abgebrochen, sondern bleiben auch leicht an Elementen haften, denen sie in der That nicht zukommen. Diesem letztgenannten Umstande ist es gewiss zuzuschreiben, dass dann und wann einzelne deutliche Cylinderzellen angetroffen werden, an deren oberem Ende ein Haar aufsitzt, denn besonders an schrägen Flächenansichten sieht man gut, dass die Haare zwischen den Cylinderzellen hervortreten. Eher als an Zerzupfungspräparaten dürfte man daher hoffen, die Verbindung der Haare an dünnen Querschnitten von erhärteten Maculae zur Ansicht zu bekommen. An solchen scheinen nun die Haare von dem peripherischen Fortsatze oder Ende der spindelförmigen Körper hervorzugehen, obschon das erwähnte Zusammenkleben der Elemente gerade an der entscheidenden Stelle eine sichere Beobachtung sehr misslich macht. Ich habe indessen einigemal in hinreichender Menge isolirte Elemente von der Fig. 6 g, h und l abgebildeten Form erhalten, wo ein Zusammenhang mit dem Haare unzweifelhaft vorliegt. Die Verbindungsstelle sieht man von einer kleinen, oft unregelmässig begrenzten Scheide umgeben, die kaum etwas anderes als ein losgerissenes Stück der zusammenhängenden Epithelialoberfläche sein kann. Uebrigens ist, wie andere Bilder zeigen, der Uebergang von dem peripherischen Ende der Spindel in das Haar kein ganz allmählicher, sondern wird durch eine schwache Einschnürung markirt.

Die Nerven haben wir schon als marklose Fasern durch die homogene Schicht bis in das Epithel hinein verfolgt. In den Otolithensäcken der Fische senken sich die Axencylinder in das Epithel ein und zerfallen zwischen den Elementen desselben in eine grosse Zahl feiner Fäserchen. Erst nach wiederholter Theilung und äusserster Verfeinerung entziehen sie sich der weiteren Beobachtung<sup>1)</sup>. Auch vom Utriculus des Ochsen bildet Kölliker nach einem Chromsäurepräparate sich theilende Axencylinder im Epithel ab. Mit diesem letzteren scheint das Verhalten beim Menschen am ehesten übereinzustimmen, denn bisher habe ich mit Sicherheit nur eine dichotomische Theilung der Axencylinder beobachtet, auch nicht

---

1) M. Schultze: l. c. S. 357.

hier eine solche äusserste Verfeinerung der Fasern oder deren Zweige wahrnehmen können, wie es bei den Fischen der Fall ist. Eine Verbindung zwischen den Axencylindern und Epithelialelementen vollkommen isolirt darzustellen, ist mir nicht gelungen, doch habe ich eine solche sowohl beim Menschen wie beim Kalbe an dünnen Querschnitten von Chrom- und Osmiumsäurepräparaten mit ganzem oder theilweise entferntem Epithel mehrmals beobachtet. Der Umstand indessen, dass die fragliche Verbindung nicht in isolirtem Zustande demonstrirt ist, lässt immerhin Zweifel aufkommen, wenn es gilt die Frage zu beantworten, welche von den verschiedenen Epithelialgebilden diese Verbindung eingehen. Auf diesen Umstand muss daher Rücksicht genommen werden, wenn ich die Vermuthung äussere, dass es die spindelförmigen Körper sind, welche hier allein in Betracht kommen können. Dieselbe wird durch mehrere wichtige Gründe und Beobachtungen gestützt. Nicht nur dass die übrigen Epithelialelemente durch ihr im Allgemeinen verzweigtes oder quer abgestutztes unteres Ende einen Zusammenhang mit den Nerven höchst unwahrscheinlich machen, sondern auch directe hier einschlagende Beobachtungen liegen vor. Um hier nicht die Untersuchungen Reich's an Petromyzon besonders hervorzuheben, welche den Uebergang der Nerven in zellige Epithelialgebilde und weiter in Haare behaupten, hat M. Schultze für die Fische gewichtige Gründe dafür vorgebracht, dass die Fadenzellen die gesuchten Endgebilde der Nerven seien. F. E. Schulze<sup>1)</sup> hat nicht nur in den Otolithensäcken junger Fische die Haare bestätigt, sondern in den Ampullen auch den directen Zusammenhang markloser Nervenfasern mit Haaren gesehen. Die Haare in den Ampullen von jungen Fischen und Tritonen kommen nach ihm zwischen den Cylinderepithelzellen hervor. Neulich beschreibt und zeichnet auch Hasse<sup>2)</sup> aus der Lagena der Vögel eine Verbindung der Nerven mit »Stäbchenzellen«, welche einen feinen haarförmigen Fortsatz tragen. Ein directer Zusammenhang zwischen den Nerven und Haaren, vermittelt durch

---

1) F. E. Schulze: Zur Kenntniss der Endigungsweise des Hörnerven bei Fischen und Amphibien. Arch. für Anat., Physiol. etc. Jahrg. 1862. Vgl. in Betreff dieser Beobachtungen V. Hensen: Studien über das Gehörorgan der Decapoden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 13. 1863. S. 393.

2) C. Hasse: Die Schnecke der Vögel. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 17. 1867.

zellige Gebilde oder wenigstens Anschwellungen, welche zwischen den anderen rein epithelialen Elementen liegen, scheint somit im Gehörorgane der Fische und Vögel erwiesen und bei den nackten Amphibien sehr wahrscheinlich gemacht zu sein. Das Fehlen eines solchen Zwischengebildes bei den von F. E. Schulze untersuchten Fischen findet eine wahrscheinliche Erklärung in dem noch ganz jungen Zustande der Thiere. Nach dem was M. Schultze und Kölliker vom Vestibulum der Säugethiere angegeben, zusammengehalten mit der oben gegebenen Darstellung von den Verhältnissen in den Vestibularsäcken des Menschen, stellt sich auch für diese Thierklasse ein analoges Verhalten immer deutlicher und sicherer heraus <sup>1)</sup>.

Im Bereich der Macula acustica lässt sich nach Henle <sup>2)</sup> durch Behandlung mit Kalilauge eine einfache Lage grösserer Zellen (von 0,016 Mm. Durchmesser) darstellen. Besonders deutlich an Osmiumsäure-Präparaten habe ich bei Flächenansichten in dem noch durchsichtigen peripherischen Theile der Macula Gebilde gesehen, welche zwar in ihrem Durchmesser (von 0,015—0,025 Mm.) den von Henle erwähnten Zellen ziemlich entsprechen, deren Bedeutung aber mir unklar geblieben ist. Sie treten erst bei tieferer Focaleinstellung deutlich hervor und zeigen sich dann als helle Kreise, welche durch eine ein- oder mehrfache Reihe dunkler, kleinerer Gebilde von ungefähr dem Durchmesser der Cylinderzellen umgeben und von den angrenzenden Kreisen geschieden werden. Oft sieht man sie ganz leer, in anderen Fällen in der Mitte ein dunkles Gebilde. Die Ansicht hat somit eine gewisse Aehnlichkeit mit der von M. Schultze <sup>3)</sup> abgebildeten Flächenansicht »der Nervenleiste aus dem grossen Otolithensack vom Hecht, abwechselnd die Enden der Cylinderzellen und der Fadenzellen zeigend.« Doch passen, wie der angegebene Durchmesser und ein Vergleich mit den Cylinderzellen zeigen, die Grössenverhältnisse nicht. Dazu kommt noch der Umstand,

---

1) In Betreff der Ampullen des Menschen bemerke ich beiläufig, dass man dort ebenfalls die Oberfläche der Cristae acusticae von Haaren überragt findet, welche nach Holzessig- und Chromsäurepräparaten zu schliessen, ungefähr dieselbe Beschaffenheit und Grösse wie an den Maculae besitzen.

2) Henle, Handb. d. systemat. Anatomie des Menschen. Bd. 2, 1866, S. 776.

3) l. c. Fig. 14.

dass man bei weniger tiefer Focaleinstellung die Oberfläche des Epithels gleichmässig von den polygonalen Endflächen der Cylinderzellen gebildet findet. Die fraglichen Gebilde müssen folglich tiefer liegen, und am ehesten möchte ich sie in Zusammenhang bringen mit den grossen, wie Blasen oder Hohlräume aussehenden Bildungen, die man überall an Querschnitten von Holzessigpräparaten in der Dicke des Epithels sieht.

Ueber das Verhalten der Otolithen kann ich nichts besonderes angeben. Die bei dem Herauspräpariren nicht zu umgehende Erschütterung bringt es nothwendig mit sich, dass die kleinen Krystalle aus ihrer Lage kommen. So habe ich beim Kalb die bekannte regelmässige Hufeisenform der Otolithenmasse im Sacculus oft genug beobachtet, und auch beim Menschen gelingt es nicht selten am geöffneten Vestibulum eine Andeutung von der sicher stattfindenden regelmässigen Gruppierung der Otolithenkrystalle zu sehen, aber bei dem Versuche, die betreffenden Theile herauszunehmen, fliessen sie immer vollständig zusammen. Es müsste daher erst eine Methode ausfindig gemacht werden, die Otolithenkrystalle zu fixiren, was vielleicht noch am ehesten durch Alkohol gelingen würde. Das einzige was ich in der fraglichen Beziehung bemerken kann, beschränkt sich darauf, dass ich im Utriculus zusammen mit einem häutigen Wesen grosse Mengen Otolithenkrystalle von der Macula abheben konnte, und dass ich hier eine eigenthümlich aussehende Membran gefunden, welche sich über die ganze Macula auszubreiten scheint, und wahrscheinlich mit der von Deiters, Lang etc. erwähnten »gefensterten Membran« identisch ist.

Die angewandten Untersuchungsmethoden sind schon grösstentheils an den betreffenden Stellen berührt worden. Nur will ich noch erwähnen, dass bei Maceration in Jodserum <sup>1)</sup> die vollständige Isolirung der Epithelialelemente erst nach vier Tagen oder mehr eintritt. Die von Cohnheim <sup>2)</sup> angegebene Goldchloridfärbung, mit deren Hülfe es vielleicht noch gelingt die Hauptfrage, über die Endigungsweise der Nerven, zu lösen, habe ich zwar mehrmals benutzt, ohne doch bisher von derselben besondere Resultate zu erhalten.

---

1) Max Schultze: Die Anwendung mit Jod conservirter thierischer Flüssigkeiten etc. Virch. Arch. Bd. 30, 1864.

2) Centralblatt für die medicin. Wissenschaften 1866.

Ehe ich diese Untersuchung, die mich anderweitige Beschäftigung hier zu unterbrechen nöthigt, abschliesse, erlaube ich mir noch Herrn Professor Dr. Max Schultze meinen innigsten Dank auszusprechen für die freundschaftliche und liberale Unterstützung, welche er mir bei dieser Arbeit wie früher zu Theil werden liess.

---

Mit Bezug auf die gröberen Verhältnisse der Vorhofssäckchen, sofern sie nicht schon in dem Vorhergehenden enthalten sind, erlaube ich mir hier noch einige Bemerkungen hinzuzufügen <sup>1)</sup>. Durch die neueren Untersuchungen ist in Betreff des häutigen Schneckenrohres erwiesen worden, dass die an die perilymphatischen Räume, die Treppengänge, stossenden Theile der Wandung durch ihre Befestigung an dem Knochengehäuse allseitig mehr oder weniger straff ausgespannt sind. Von den beiden Säckchen dagegen scheint immer noch die Ansicht am meisten verbreitet zu sein, dass sie von der Endolympe umgeben, mehr lose in den resp. Abtheilungen des knöchernen Labyrinthes liegen. In ihrer Lage sollen sie hauptsächlich durch die Nerven und weiter durch die in allen Richtungen an das Vestibularperiost hinübertretenden Bindegewebsfäden und Gefässe befestigt werden. Eine nähere Untersuchung dieser Theile zeigt indessen, wie ich glaube, deutlich dass sie, wenigstens so weit es die nerventragenden Abschnitte der Wände, die *Maculae acusticae* gilt, unmittelbar an den Vorhofswänden befestigt sind und dadurch gespannt erhalten werden.

Vom Utriculus ist im Vorgehenden schon erwähnt, dass er nicht nur den eigentlichen *Recessus ellipticus*, sondern das ganze Gewölbe des Vorhofs einnimmt, von der Pyramis bis zur hinteren Ampulle, und folglich in seinem vorderen Theile ziemlich horizontal liegt, mit dem hinteren schief nach unten und hinten abfällt. Der gegen die Knochenwand gekehrte Theil seiner Wandung ist dieser entsprechend gekrümmt und mag daher als die gewölbte oder obere Wand bezeichnet werden, den übrigen freien und beinahe ebenen Theil, der den Boden des Utriculus bildet, können wir die ebene, freie oder untere Wand nennen. Projiciren wir an der Vorhofswand

---

1) Im Auszug nach einem Aufsatz: Form und Lage der Vorhofssäckchen im Ohre des Menschen. In den *Acta Universitatis Lundensis*, Jahrg. 3.

die Linie, in welcher die beiden Wände zusammenstossen, so haben wir damit die untere Grenze des vom Utriculus eingenommenen Vorhofsabschnittes bezeichnet. An der medialen Vorhofswand folgt diese Linie der Crista Vestibuli und ihrem hinteren Schenkel <sup>1)</sup>. An der lateralen Wand zieht sie sich von der Pyramis längs des oberen Umfanges des Vorhofsfensters — ungefähr  $\frac{1}{2}$  Mm. davon entfernt, indem sie dem oberen Rande der schmalen umgebenden Knochenleiste folgt — zum hinteren Ende desselben, wo man oft ein kleines Grübchen oder sonstiges Vestigium adhaesionis findet, und von hier unter der hinteren Mündung des äusseren Bogenganges zurück zur knöchernen Crista der hinteren Ampulle. Die Befestigung des Utriculus geschieht theils von der Macula cribrosa aus durch die von reichlichem lockerem Bindegewebe umgebenen Nerven, theils durch die vom Vestibularperioste zu der ganzen oberen Wand hinübertretenden Bindegewebsfäden und Gefässe. Weiter wird aber der Utriculus dadurch am Vestibulum befestigt, dass seine Wandung längs des grössten Theiles der gedachten Grenzlinie mit dem Vestibularperioste direct sich verbindet, und zwar in der Weise, dass die betheiligten Gebilde gegen die freie untere Fläche hin sich immer fester aneinander schliessen, so dass sie hier vollkommen zusammenzufliessen scheinen. Indessen will ich nicht behaupten, dass diese Verbindung überall eine vollständig geschlossene sei, denn an mehreren Stellen habe ich gesehen, dass sie nur aus einem netzförmigen Bindegewebe mit zwar dichten aber offenen Maschen hergestellt wird, was ja auch in voller Uebereinstimmung mit der Entwicklung der perilymphatischen Räume steht. Die fragliche Verbindung findet nun statt längs der ganzen medialen Wand, an der lateralen Wand dagegen nur von der Pyramis zum hinteren Ende des Vorhofsfensters, wo sie besonders fest zu sein scheint. Hinter dem letztgenannten Punkte zieht sich der laterale Umfang des Utriculus nach einwärts, wodurch er sich von der Knochenwand entfernt und eine Oeffnung zwischen diesen Theilen gebildet wird, welche sich mehr oder weniger nahe an die hintere Ampulle erstreckt. Da zugleich das hintere Ende dieser Oeffnung niedriger steht, so erscheint der sie begrenzende Theil des Utriculus bogenförmig. Im Gegensatz zu den beiden

1) Conf. Reichert: Beitrag zur feineren Anatomie der Gehörschnecke des Menschen u. d. Säugethiere. Abh. d. Königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1864.

anderen häutigen Ampullen mündet die hintere durch ein dünnes beiläufig ein Mm. langes Zwischenstück oder Hals in das hintere Ende des Utriculus ein, und da dieses Ende des Utriculus gewöhnlich nicht ganz bis zur Crista der hinteren Ampulle reicht, so kommt der häutige Ampullenhals noch in die Vorhofscavität, gleichsam als ein hinterer Fortsatz des Utriculus zu liegen. Zu beiden Seiten des Ampullenhalses streckt sich nun auch eine dünne membranöse Ausbreitung nach der Crista der hinteren Ampulle und der gegenüberliegenden Vorhofswand, wodurch auf einmal der Ampullenhals eine Stütze erhält und der untere Vestibularraum nach hinten abgeschlossen wird.

Wie oben angedeutet, lassen sich am Utriculus zwei Abtheilungen von ziemlich derselben Länge aber sonst sehr verschiedener Form unterscheiden. Die vordere breitere und geräumigere Abtheilung birgt den Nervenapparat, und reicht ungefähr zum hinteren Ende des Vorhofsfensters. Durch die oben angezeigte Befestigung am Vestibulum wird somit ihre untere, die Macula acustica tragende Wand unverrückbar und fest ausgespannt erhalten. Die hintere schmälere röhrenförmige Abtheilung fängt mit der erwähnten Einziehung der lateralen Utricularwandung an, und ist lange nicht so vollständig befestigt wie die andere. Die gegebene Darstellung der Lücke, welche an dieser Stelle den Utriculus von der Vorhofswand trennt, so wie überhaupt der Befestigung des hinteren Endes des Utriculus möchte ich nur als die allgemeinste oder normale bezeichnen, denn es kommen hier zahlreiche, vielleicht zum Theil pathologische oder auf Altersveränderungen beruhende Variationen vor. Die Oeffnung selbst kann sich weiter nach hinten erstrecken, nicht selten trifft man auch an der einen oder an beiden Seiten des hinteren Ampullenhalses Lücken, welche gewöhnlich nach oben spitz und von einigen Fäden überspannt sind. Ob die fragliche Lücke auch im früheren Alter sich vorfindet, habe ich keine Gelegenheit gehabt näher zu untersuchen <sup>1)</sup>.

Im Sacculus haben wir oben zwei Wände unterschieden, von

---

1) In der unteren ausgespannten Utricularwand und in den Lücken glaube ich die von Voltolini (Ueber die bisher verkannte Gestalt des häutigen Labyrinthes etc. Virchow's Archiv Bd. 28, 1863) beschriebenen Bildungen, das Velum Labyrinthi und die Wasserlöcher zu erkennen.



denen die innere, dicke, die Macula tragende Wand vollständig in den Recessus sphaericus eingesenkt und angeheftet ist. In ihrem übrigen Verhalten ist sie schon umständlich beschrieben, und ich habe daher nur zu bemerken, dass durch die Vereinigung mit der äusseren Wand eine Verdickung oder Rahmen in ihrem Umkreise entsteht, welcher an der Crista Vestibuli fest mit dem medialen Theile des Utriculus zusammenhängt, nach unten und hinten dagegen in zwei Schenkel ausläuft, welche von beiden Seiten den Anfang des Canalis reuniens begrenzen und sich bald in demselben verlieren. Die äussere freie Wand ist sehr dünn, überall ziemlich von derselben Dicke von 0,017—0,022 Mm., und ihre äussere Oberfläche von derselben Beschaffenheit wie die freie Fläche der unteren Utricularwand, eben und ohne Bindegewebefäden. An dem vorderen und hinteren Rande des Sacculus vereinigt sie sich einfach in dem erwähnten Rahmen mit der inneren Wand, oben und unten hingegen zeigt sie ein anderes Verhalten. Nach unten setzt sie sich unmittelbar in die freie Wand des Canalis reuniens fort, welche von Hensen<sup>1)</sup> entdeckte Bildung beim erwachsenen Menschen eine Breite von 0,25—0,3 Mm. zeigt. Nach oben befestigt sie sich, wie Reichert gezeigt hat, an der unteren Fläche der freien Utricularwand. Der von ihr umschlossene Theil der Utricularwand hat gewöhnlich die Form eines Dreiecks mit der Basis an der Crista Vestib. und beiläufig 1 Mm. Breite, und entspricht zum Theil der hinteren inneren Partie der Macula acustica Utriculi. Das »den beiden Säckchen gemeinschaftliche nervenreiche Septum«<sup>2)</sup> muss wenigstens in Betreff der Nerven ausschliesslich zum Utriculus gerechnet werden, denn wie Durchschnitte lehren, ist seine untere Fläche von demselben niedrigen Pflasterepithel bekleidet, das die ganze übrige Innenfläche des Sacculus überzieht. Die nach aussen vorspringende Winkelform der Linie, welcher die Insertion der äusseren Saccularwand am Utriculus folgt, bedingt eine entsprechende nach aussen convexe Knickung oder schwache Falte in der Wand, welche Falte sich indessen allmählig nach unten wie nach beiden Seiten abdacht. Der Tiefendurchmesser des Sacculus, welcher zum Theil auf Rechnung der inneren Wand kommt, muss dieser Stellung der äusseren Wand gemäss nach unten abnehmen und immerhin nur gering sein.

1) l. c.

2) Reichert, l. c. S. 39.

Reichert hat ihn an einem Durchschnitte 1 Mm. gefunden. So weit er nicht an dem Utriculus angeheftet ist, hängt der Sacculus an seinem ganzen Umfange durch den verdickten Rand unmittelbar mit dem Perioste zusammen, das die den Recessus sphaericus umgebende Vorhofswand bekleidet, und es ist somit nur seine äussere Wand, welche direct von der Perilymphe berührt wird. Durch das oben erwähnte netzförmige Bindegewebe, welches so reichlich die Dicke seiner inneren Wand durchzieht, erhält diese Wand gewissermassen einen Ersatz für die sonst zufolge ihrer Befestigung im Recessus fehlende flüssige Unterlage.

In Betreff des perilymphatischen Raumes ist nur kurz an den verschiedenen Charakter zu erinnern, welchen seine beiden durch die Anheftung des Utriculus an die Vorhofswand getrennten Abtheilungen zeigen. Der untere Raum wird begrenzt nach oben vom Utriculus, nach innen vom Sacculus (und Rec. cochlearis), nach aussen von der Steigbügelplatte und der lateralen Vorhofswand, nach unten von dem Anfangstheile der Schnecke und geht hier zugleich frei in die Vorhofstreppe über. Er zeichnet sich durch centrale Lage und Geräumigkeit sowie durch glatte Wände und vollkommen freies Lumen aus, und dürfte auf Grund dieser Eigenschaften nicht minder als seiner directen Beziehung zum Steigbügel als *sinus perilymphaticus Vestibuli* besonders hervorgehoben zu werden verdienen. Mittelst der genannten Lücke (oder Lücken) steht er nach oben und unten in offener Verbindung mit dem oberen Raume, welcher, den oberen Umfang des Utriculus umgebend und sich weiter in die Bogengänge hineinziehend, eher als eine relativ enge Spalte zwischen den häutigen Theilen und der Knochenwand sich darstellt. Seine noch von Bindegewebsfäden und Netzen durchzogene Höhlung deutet zugleich ein Stehenbleiben auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe an.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Verschiedenheit zwischen den beiden Abtheilungen des perilymphatischen Raumes in näherer Beziehung zur Fortpflanzung der Schallwellen zu den resp. Nervenapparaten stehe. Betrachtet man die gegenseitige Stellung einerseits der Steigbügelplatte und andererseits der gegen dieselbe gewandten Säckchenflächen, so findet man, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen, wo die Leitung durch die Gehörknöchelchen geschieht, die Schallwellen zuerst und direct die genannten Flächen treffen und sie sammt dem Inhalte der Säckchen in entsprechende Vibra-

tionen versetzen müssen. Von dem Sinus Vestibuli breitet sich die Wellenbewegung; unmittelbar auf die Schnecke und, obgleich unter weit ungünstigeren Bedingungen, auch auf die obere Abtheilung des perilymphatischen Raumes aus. Man nimmt jetzt beinahe allgemein an, dass auch die Cristae acusticae der Ampullen für Schallwellen bestimmt sind, welche auf dem genannten Wege dem Labyrinth zugeleitet werden. In diesem Falle stehen den Schallwellen zwei Wege offen um an sie zu gelangen, nämlich durch den Utriculus und durch den oberen perilymphatischen Raum. Von diesen beiden Wegen scheint nur der Utriculus mit den häutigen Bogengängen durch ihr weites glattes und von Epithel bekleidetes Lumen die Bedingungen für eine regelmässige Fortpflanzung der Wellen zu erfüllen, während dagegen die unebenen Wände und die durch die Höhlung gespannten Fäden in dem oberen perilymphatischen Räume schwerlich eine solche Bewegung erlauben. Durch den Vergleich mit den freien und ebenen Treppengängen, deren Bestimmung in dieser Beziehung deutlich ist, gewinnt diese Ansicht noch eine Stütze. Hierzu kommt noch der Umstand, dass die häutigen Ampullen die knöchernen ziemlich vollständig ausfüllen und folglich den perilymphatischen Raum an diesen Stellen mehr oder weniger unterbrechen, alles Eigenschaften, welche mehr auf die Bestimmung des oberen perilymphatischen Raumes als Ausweichplatz zu dienen und der Reflexion von den Knochenwänden entgegenzuwirken, hinzudeuten scheinen. Unter der oben gemachten Voraussetzung würde man weiter die Frage aufwerfen können, in welcher Richtung die Schallwellen die Bogengänge durchlaufen, von dem einfachen Schenkel gegen die Ampulle oder umgekehrt. Die anatomischen Thatsachen, welche in dieser Beziehung einige Anhaltspunkte geben können, sind theils im Allgemeinen die grössere Weite der einfachen Kanalmündungen in Vergleich mit den ampullaren, theils die Lage der verschiedenen Mündungen, der gemeinschaftliche Schenkel an der Wölbung der oberen Wand und der äussere einfache Schenkel gleich nach aussen von ihm, während die beiden vorderen ampullaren Mündungen am vorderen Ende des Utriculus über dem Vorhofsfenster liegen. Eine günstigere Lage scheint freilich die hintere ampullare Mündung zu haben, indem ihr häutiger Hals direct an den Sinus Vestibuli stösst, wobei aber auch das enge Lumen und die Lage in derselben Ebene mit der unteren Utricularwand zu berücksichtigen sind. Um nicht die Anwesenheit der häutigen Kanäle überhaupt herbeizuziehen,

scheinen die angeführten Verhältnisse am meisten dafür zu sprechen, dass die Wellenbewegung von dem einfachen gegen den ampullaren Schenkel geht. In Betreff des Sacculus haben wir gesehen, dass er nur von seiner äusseren Wand her den durch den Sinus Vestibuli kommenden Schallwellen zugänglich ist. In der Verbindung dieser Saccularwand mit der unteren Fläche des Utriculus hat man zwar zunächst eine Anordnung zu sehen, darauf berechnet der letzteren zur Stütze und Ausspannung zu dienen. Indessen muss durch diese Verbindung zu gleicher Zeit eine gegenseitige Abhängigkeit der beiden Säckchen entstehen, die wohl nicht ohne Einfluss auf die Beschaffenheit ihrer Bewegungen sein kann. — Dass bei diesen Betrachtungen keine Rücksicht auf den beim Menschen und den Säugethieren so wenig gekannten Otolithenapparat genommen worden, kann kaum von Einfluss sein, da derselbe als einen integrierenden Theil des Terminalapparates in der Macula acustica aufgefasst werden muss.

---

## Erklärung der Abbildungen auf Taf. V.

- Fig. 1. Nervenausbreitung der Macula acustica des (linken) Utriculus. Erw. Mensch. Nach einem Osmiumsäurepräparat  $^{18}/_1$ .
- Fig. 2. Nervenausbreitung der Macula acustica des (linken) Sacculus. Erw. Mensch. Nach einem Osmiumsäurepräparat  $^{18}/_1$ .
- Fig. 3. Längsschnitt durch die Macula acustica des Utriculus. Erw. Mensch. Holzessigpräparat a) Nerven, b) netzförmiges grobmaschiges Bindegewebe  $^{23}/_1$ .
- Fig. 4. Querschnitt durch die innere Wand und Macula acustica des Sacculus. Erw. Mensch. Holzessigpräparat. a) Nerven, b) netzförmiges grobmaschiges Bindegewebe, c) die äussere Saccularwand  $^{23}/_1$ .
- Fig. 5. Längsschnitt durch den peripherischen Theil der Macula acustica des Utriculus. Erw. Mensch. Halbschematisch, hauptsächlich nach Osmiumsäure- und Holzessigpräparaten. a) Gegen die Oberfläche aufsteigende Nervenbündelchen, b) Nervenepithel mit Haaren, c) das die Macula umgebende Cylinderepithel  $^{300}/_1$ .
- Fig. 6. Uebergang markhaltiger Nervenfasern in Axencylinder und Eintritt dieser in das Epithel. a) Theilung eines Axencylinders, b) Verbindung mit einem Epithelelemente.

Die Epithelelemente sind alle einzeln oder gruppenweise nach isolirten Präparaten gezeichnet

c) vom Utriculus mit Jodserum behandelt. Erwachsener Mensch.

d) „ „ „ Chromsäure „ „ „

e) „ „ „ Holzessig „ Kind „

f) „ „ „ „ „ „ „

g) „ „ „ „ „ „ Erwachsener Mensch

h) „ Sacculus „ „ „ „ „

k) „ Utriculus „ Jodserum „ „ „

l) „ Sacculus „ Holzessig „ „ „

m) „ Utriculus „ Jodserum „ „ „

n) „ „ „ „ „ „  $^{630}/_1$

- Fig. 7. Von netzförmig verbundenen Balken bedeckte Membran aus der Höhlung des Utriculus. Kind, Holzessigpräparat. a) Körnchenhaufen in den von den Balken begrenzten Feldern  $^{630}/_1$ .