

Geschichtliches zur Anatomie und zur Physiologie des Ohres

Von Dr. W. Reich

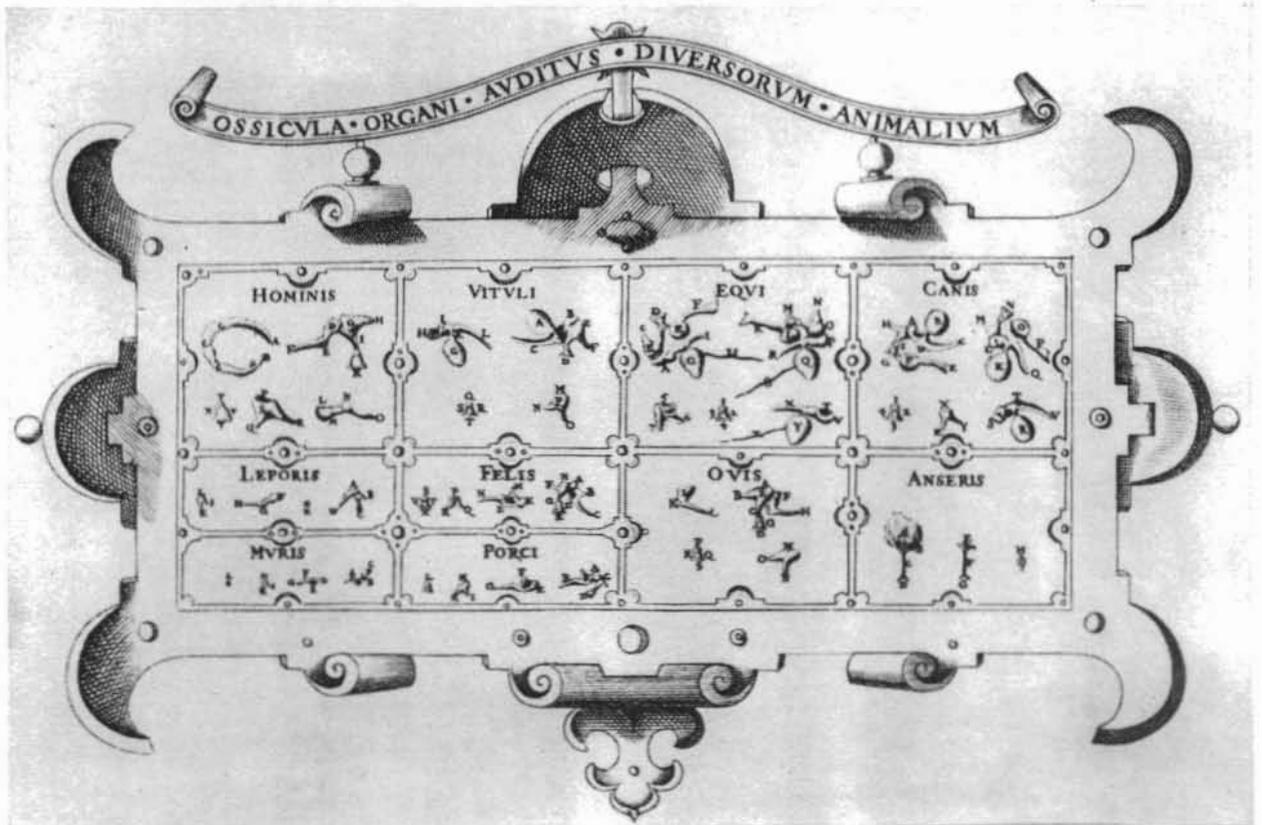
«Die Therapie eilt der Pathologie voraus.» Dieser vom dänischen Otologen Hans Wilhelm Meyer (1824–1895) in einer knappen Darstellung der Geschichte der Ohrenheilkunde (Leipzig 1893) ausgesprochene Satz gilt fast in allen Bereichen der Medizin. Am Anfang der exakt erforschbaren Epoche in der Medizingeschichte stehen Berichte über Behandlungsmethoden und Rezepte. Zunächst wird versucht, Krankheitserscheinungen bis in alle Einzelheiten rein spekulativ mit magischen, mystischen oder philosophischen Gründen zu erklären. Daß diese «spekulative» Frühzeit in der Geschichte der Ohrenheilkunde besonders lange (bis ins 16. Jahrhundert) währte, wurde schon von H. W. Meyer wohl zutreffend mit der versteckten Lage und dem komplizierten Bau des Ohres in Zusammenhang gebracht. Die Beschaffenheit und die Funktionen des Gehörapparates erschlossen sich der Erkenntnis außerordentlich langsam, obwohl schon seit langem eine hochentwickelte

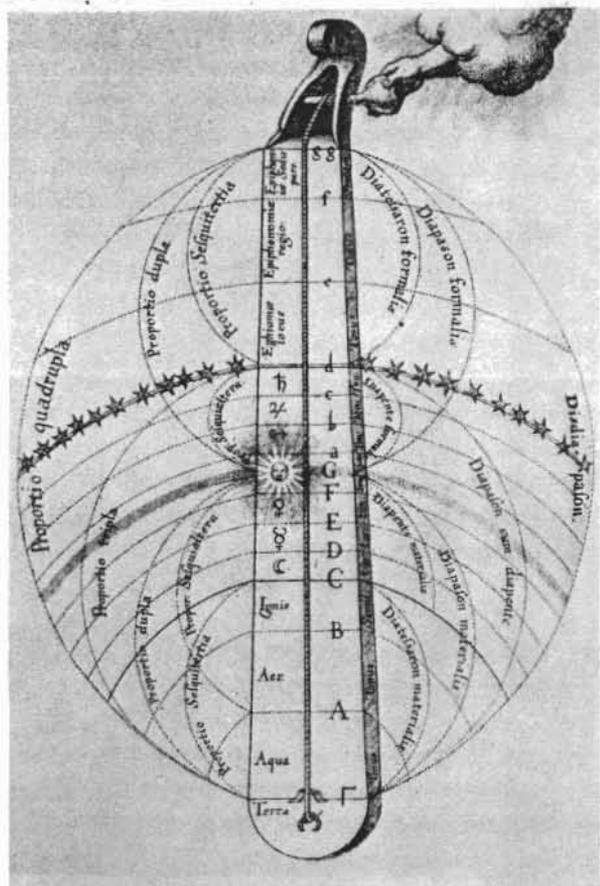
Sektions- und Präparationstechnik bestanden und es ermöglicht hatte, die Anatomie und die Physiologie anderer wichtiger Körperorgane weitgehend zu erforschen.

Die Funktion des Ohres nach den medizinischen Anschauungen der Antike und des Fernen Ostens

Die ältesten medizinischen Dokumente, die erhalten sind, die Keilschrifttexte der Sumerer, schweigen sich über die Hörfunktion des Ohres aus, dagegen betrachten sie es als Organ des Willens. Einer ähnlichen Auffassung mag es zuzuschreiben sein, daß die Nachkommen der Sumerer, die Babylonier, aus der Form der Ohren Neugeborener, vor allem aus der des rechten Ohres, weitgehende Schlüsse auf das künftige Schicksal der Kinder zogen. Aus der Form der Ohren wurde auch bei den alten Hebräern gewissagt. Sie legten bei der Auslese zum Priesterberuf, aber auch bei der Wahl von Opfertieren auf untadelige Ohrformen besonderen Wert.

Die Gehörknöchelchen des Menschen und verschiedener Wirbeltiere. Eine der frühesten bildlichen Darstellungen zur vergleichenden Anatomie des Gehörorgans. Nach einem Kupferstich aus dem Werke von Giulio Casserio (1561–1616) «De vocis auditusque organis historia anatomica tractatibus II explicata». Ferrara 1601.





Die Harmonie der Welt, versinnbildlicht durch ein Monochord, das von der Hand Gottes gestimmt wird. Auf dem Instrument selber sind übereinander die vier Elemente, die sieben Planeten und die drei Engelhöre eingetragen, sowie die ihnen entsprechenden Töne der Tonleiter. Die Halbkreise rechts stellen die musikalischen Intervalle dar (Oktave, Quarte, Quinte usw.), die Halbkreise links bedeuten die entsprechenden geometrischen Verhältnisse. Aus Robert Fludd (1574–1637) «Utriusque cosmi, maioris et minoris metaphysica, physica atque technica historia». Oppenheim 1617.

Von Erkrankungen des Ohres ist zuerst auf Tontafeln der Assyrer die Rede. Es wird dort gesagt, daß mit dem Ohrenschmalz für den Körper schädliche Substanzen ausgeschieden werden. In den altägyptischen Papyri (s. Ciba Zeitschrift Nr. 33: «Medizinisches aus dem Alten Ägypten», Seite 1123 ff.) finden sich unter anderem auch einige Rezepte zur Behandlung von Ohrenerkrankungen. In dem Papyrus Ebers, der aus der Mitte des 2. Jahrtausends vor Christus stammt, wird zum erstenmal Schwerhörigkeit auf eine Erkrankung des Ohres zurückgeführt. Anatomisch und physiologisch galten aber die Ohren den Ägyptern vor allem als Körperhöhlen, die der Strömung des Pneumas dienten. Das zeigt deutlich die folgende, dem Papyrus Ebers entnommene Stelle, in der auch klar zum Ausdruck kommt, daß von den Ägyptern dem

linken und dem rechten Ohr verschiedene Funktionen zugeschrieben wurden: «Nach dem rechten Ohre geht ein Gefäßstrang mit Blut und ein Gefäßstrang mit belebendem Pneuma. Nach dem linken Ohre geht auch ein Gefäßstrang mit Blut und einer mit tödlichem Pneuma.»

Ausführlichere Hörtheorien entwickelten die alten Indier. In den von Sušruta (5. Jahrhundert n. Chr.) überlieferten alten medizinischen Schriften (s. Ciba Zeitschrift Nr. 36: «Die Entwicklung der indischen Medizin», Seite 1237 ff.) werden nicht nur 28 verschiedene Ohrenleiden genannt, sondern es werden auch Gefäße, Nerven und Muskeln innerhalb der Ohren erwähnt, die den Schall leiten sollen. Als Schallerreger wird der Äther bezeichnet, eines der fünf Elemente, aus denen Brahma die Welt geschaffen hat. Auch von Hörhalluzinationen, die als Krankheitssymptome galten, ist in den Schriften des Sušruta die Rede. Die altchinesische Medizin (Quellen aus dem 3. Jahrtausend v. Chr.) teilte den ganzen Körper in Herrschaftsgebiete von fünf Hauptorganen ein: Leber, Herz, Milz, Lunge und Nieren, die ihrerseits wieder mit den fünf Elementen (Wind, Wärme, Feuchtigkeit, Trockenheit und Kälte) in Beziehung gesetzt wurden. Dabei galten die Ohren als unter der Herrschaft der Nieren stehend und wurden geradezu als deren «Fenster» bezeichnet; man nahm wohl an, daß die Nieren vermittle der Ohren in Verbindung mit der Außenwelt stünden, und verglich, wie die Ärzte anderer Völker, das Ohrenschmalz, wahrscheinlich wegen seines bitteren Geschmacks, mit der Galle. Bei allen Völkern des Fernen Ostens spielte und spielt teilweise heute noch die Pflege des äußeren Ohres eine große Rolle; es gab zahlreiche Anweisungen und Instrumente zur Entfernung von Ohrenschmalz und zum Durchbohren der Ohrläppchen. Ja sogar die Ohrenplastik wurde geübt und hatte eine ziemlich große Bedeutung, da auf manchem Vergehen als Strafe Ohrenabschneiden stand. Über die merkwürdige Hörtheorie eines fernöstlichen Volkes berichtet Max Bartels (1843–1904) in seinem Werk «Die Medizin der Naturvölker» (Leipzig 1893, Seite 212): Die Annamiten nehmen an, das Gehör werde von einem kleinen Tier beschützt, das die durch einen Gang miteinander verbundenen Ohren bewohne und dessen Exkreme das Ohrenschmalz bildeten. Ohrengeräusche entstehen aus dem Kampf des Tieres mit Eindringlingen,

oder wenn es durch Fremdkörper gestört wird. Verläßt das Tier die Ohren, so wird der Mensch taub. Zur Therapie bei Ohrenleiden dienen vor allem Räucherungen.

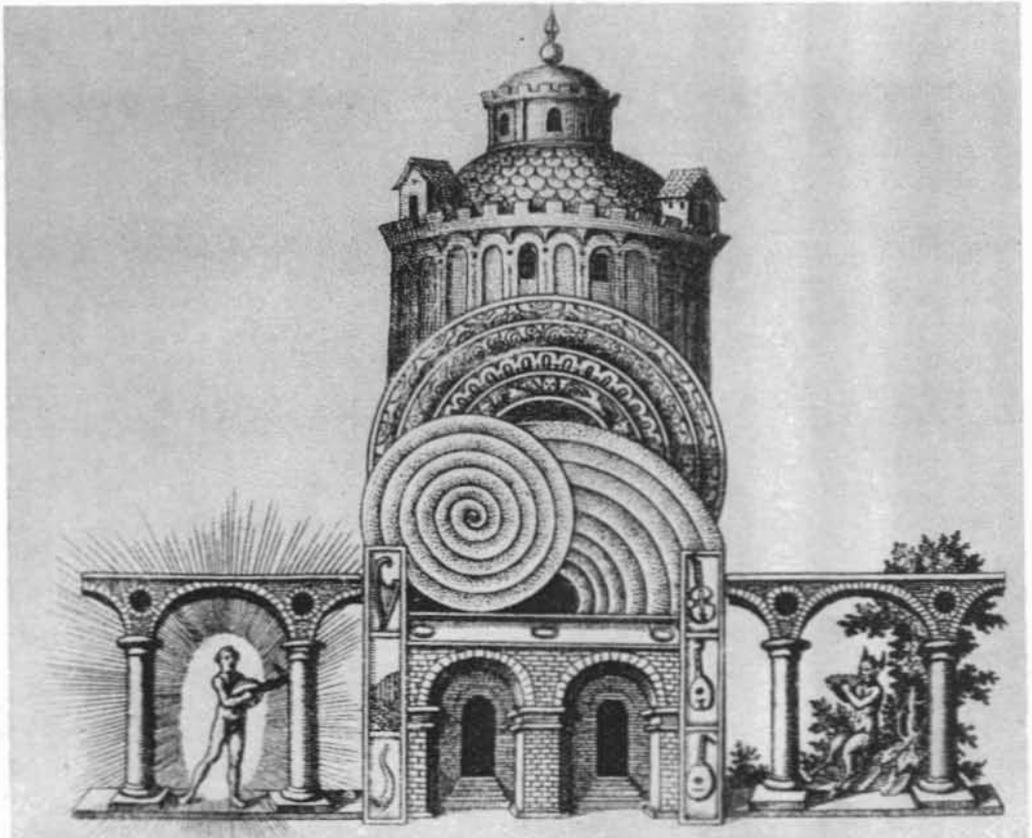
Die Hörtheorien der *Griechen* standen zunächst völlig im Banne der Naturphilosophie, die rein spekulativen Charakter trug.

Die Auffassungen der Vorsokratiker über das Gehör sind schwierig zu rekonstruieren; sie sind nur fragmentarisch überliefert. Sicher aber ist, daß schon diese frühen griechischen Philosophen über die Natur der Sinneswahrnehmungen und im besondern die des Hörens nachdachten. Ihre Ansichten seien mit allem Vorbehalt so wiedergegeben, wie sie nach den modernen medizingeschichtlichen und philologischen Interpreten erscheinen. Pythagoras (571–496 v. Chr.) oder seine Schule nahm als Zentralorgan aller Wahrnehmung das Gehirn an, das durch feine Gänge mit den Sinnesorganen verbunden sei. Die Gehörsempfindungen kämen dadurch zustande, daß der leere Hohlraum im Gehörgang als Resonanzraum für die Schwingungen der Luft wirke. Für Heraklit (etwa 535–475 v. Chr.) ist kennzeichnend, daß er überall ein Zusammenwirken von Gegensätzen sieht. Dementsprechend kommen nach ihm die Sinneswahrnehmungen nur zustande, weil die

Elemente, die in den Empfindungsorganen vorherrschen, gegensätzlich sind zu den in den Objekten überwiegender. Eine ähnliche Ansicht vertritt Anaxagoras (um 500–428 v. Chr.). Empedokles (490–430 v. Chr.) soll den Schall bereits als eine Erschütterung der Luft erklärt haben, die in der Ohrmuschel einen Knorpel bewege, gleichsam wie eine Glocke, die den Sinnesindruck des Tones hervorruft. Er war der Ansicht, die Sinnesempfindungen kämen in den «Poren» zustande, wo Emanationen der Sinnesorgane und Teilchen der wahrzunehmenden Objekte einander begegneten, dabei waren seiner Meinung nach diese Emanationen und die Objekte von gleicher elementarer Beschaffenheit.

Der materialistisch denkende Demokritos (etwa 460–370 v. Chr.) erklärte das Zustandekommen jeglicher Sinneswahrnehmung damit, daß materielle Substanzen aus den Objekten ausströmten und die Atome der Seele zum Mitschwingen brächten.

Gewisse Kenntnisse vom anatomischen Bau des Ohres sollen nach Plutarch (46 bis etwa 120 n. Chr.) Empedokles, Alkmäon und Diogenes von Apollonia (alle im 5. Jahrhundert v. Chr.) besessen haben, doch waren sie alle von der irrigen Vorstellung beherrscht, daß die Hohlräume des Ohres mit Luft gefüllt



Sinbildliche Darstellung des Gehörs. Die beiden Pforten stellen die Ohren dar. Aus Robert Fludd «Utriusque cosmi, maioris et minoris metaphysica, physica atque technica historia».

seien, wobei sie übrigens nur an die Höhlungen der Ohrmuschel und des Gehörganges dachten. Erst Hippokrates (460 bis etwa 377 v. Chr.) beschrieb das Trommelfell. Von der Auffassung Platons, nach der die Schallwahrnehmung in der Leber als Sitz der Seele lokalisiert ist, war schon die Rede (s. S. 3734).

In den Schriften des Hippokrates werden gelegentlich Hörtheorien entwickelt (vorallem in «Von den Stellen am Menschen», und in «Von der heiligen Krankheit»). Sie gehen alle von dem Prinzip aus, daß das empfindende Organ mit dem die Empfindung auslösenden Objekt von gleicher Art sein müsse, daß also z. B. der von «Hartem» erzeugte Schall nur durch die harten Knochen weitergegeben werden könne. Immerhin merkt Hippokrates an, daß die Wiedergabe des Schalles in den knöchernen Hohlräumen des Ohres sehr unter den Echowirkungen leide und nur jener Teil davon deutlich wahrgenommen werde, der durch eine Öffnung der Hirnhaut in das Gehirn gelange. Das Trommelfell, als dessen Entdecker er allgemein gilt, nennt Hippokrates in seiner Schrift «Vom Fleisch» ein spinnwebartiges Gebilde, womit er es, als die dünnste freischwebende Membran im menschlichen Körper erstaunlich gut kennzeichnet.

Sehr dürftig und unrichtig sind die Beschreibungen, die Aristoteles vom menschlichen Gehörorgan und seinen Funktionen gibt (in seinem zoologischen Hauptwerk «Tierkunde», vor allem 1. Buch, Kapitel 11, und in den Werken «Von der Seele», 2. Buch, Kapitel 8, und «Von den Teilen der Tiere», 2. Buch, Kapitel 10). Obwohl er allem Anschein nach die Gehörorgane zahlreicher Tiere seziiert und genau untersucht hat, erwähnt er vom menschlichen Ohr nur die Ohrmuschel und den äußeren Gehörgang. Das eigentliche Hören erfolgt seiner Meinung nach in einem mit Luft (aer innatus) gefüllten, vollkommen abgeschlossenen Hohlraum im Ohr. Ebenso wie seine Schalltheorie (s. S. 3735) beherrschte viele Jahrhunderte hindurch die Ansicht des Aristoteles von den Funktionen des Gehörorgans weitgehend das Denken der Naturforscher. Da man alle späteren anatomischen und physiologischen Entdeckungen mit ihr in Einklang zu bringen suchte, hinderte sie die Entwicklung einer naturwissenschaftlich exakten Hörtheorie stark. Ein entscheidender Wandel der Auffassung trat erst im Jahre 1760 ein, als Domenico Cotugno (s. S. 3751) über seine Entdeckung der Labyrinthflüssig-

keit berichtete und damit die Lehre vom «aer innatus» (in der Literatur auch als aer ingenuus, aer complantatus oder aer quietus bezeichnet) endgültig widerlegte.

Nach Hippokrates wurden in der anatomischen Erforschung des Ohres zunächst nur geringe Fortschritte gemacht. Die Ergebnisse gingen kaum über eine nähere Beschreibung der einzelnen Teile der Ohrmuschel (Rufus von Ephesus, um 100 n. Chr.) und über Spekulationen hinsichtlich der Bedeutung der äußeren Gestalt der Ohren hinaus (z. B. Marcus Tullius Cicero, 106–43 v. Chr., in «De natura deorum», 2. Buch, 57. und 58. Kapitel). Gewisse unklare Vorahnungen von der Existenz des Nervus acusticus scheinen schon Erasistratus (um 330–240 v. Chr.) und Herophilus (zwischen 335 und 270 v. Chr.) gehabt zu haben. Erst Galen (129–201 n. Chr.) aber stellt fest daß Facialis und Acusticus zwei getrennte Nerven sind (in «Vom Nutzen der Teile des menschlichen Körpers», 8. Buch, 6. Kapitel). Früher wurden sie gemeinsam als fünftes Paar bezeichnet. Als jenes Organ, das die Schalleindrücke ins Gehirn weiterleitet, bezeichnet Galen ausdrücklich den Nervus acusticus in «Über die Ursachen der Symptome» (1. Buch, 6. Kapitel). Die Anschauungen Galens vom Bau des menschlichen Gehörorgans blieben auch im Mittelalter maßgebend und wurden nur durch die Entdeckung einiger geringfügiger anatomischer Einzelheiten ergänzt. Größere Fortschritte konnten erst vom Ende des 15. Jahrhunderts an erzielt werden, als häufiger menschliche Leichen seziiert wurden und ein genaueres Studium des Gehörorgans möglich war.

Beginn der neuzeitlichen Anatomie des Ohres im 16. Jahrhundert

Die erste wesentliche Entdeckung auf dem Gebiet der inneren Struktur des Gehörorgans war die von Hammer und Amboß. Sie erfolgte wahrscheinlich im Laufe des 15. Jahrhunderts, vielleicht sogar schon früher. Sie wird in der älteren medizinhistorischen Literatur häufig mit den Namen der beiden Bologneser Mediziner Alessandro Achillini (1463–1512) und Berengario da Carpi (gest. 1550) verknüpft, deren vielseitiges Wirken in Nr. 81 der Ciba Zeitschrift «Die medizinische Fakultät von Bologna» (S. 2822–2824) ausführlich dargestellt worden ist. In seiner «Geschichte der Ohrenheilkunde» (1. Band, Seite 73–75) hat A. Politzer (1835–1920) jene Annahme wider-



Giovanni Filippo Ingrassias (1510–1580), ein Schüler Vesals, der 1546 das dritte Gehörknöchelchen, den Steigbügel, entdeckte. Nach einem Kupferstich aus Ingrassias' Kommentar zur Knochenlehre Galens. Palermo 1603.

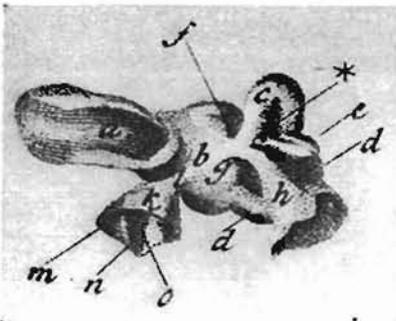
legt; an der gleichen Stelle gibt er auch die für die Hörtheorie Carpis charakteristischen Sätze aus dessen Mondino-Kommentar (Bologna 1521) wieder: «An diesem Fell lagern innerhalb der genannten Höhlung (Trommelhöhle) zwei kleine Knöchelchen, welche geeignet sind, von der dort bewegten Luft bewegt zu werden und sich in ihrer Bewegung mehr oder weniger, je nach der Bewegung der äußeren Luft, wechselseitig zu erschüttern.» Die Stelle ist kennzeichnend dafür, wie Jahrhunderte hindurch mehr oder weniger gewaltsam versucht wurde, neue Entdeckungen auf dem Gebiet der Anatomie des Ohres mit der rein spekulativen Theorie des Aristoteles in Übereinstimmung zu bringen.

Der tiefgreifende Umschwung, der auf dem Gesamtgebiet der medizinischen Wissenschaft durch Andreas Vesalius (1514–1565) herbeigeführt wurde, wirkte sich auch auf die Erforschung des Gehörorgans höchst bedeutsam aus. Obwohl die wesentlichsten Entdeckungen auf diesem Gebiete nicht von ihm selbst, sondern von Ingrassias, Falloppia und andern seiner Schüler gemacht wurden, hat Vesal das Verdienst, in seinem anatomischen Hauptwerk («De corporis humani fabrica libri septem», Basel 1543) die von ihm

Hammer und Amboß benannten Gehörknöchelchen zum erstenmal einzeln und in ihrer Lage in der Paukenhöhle abgebildet zu haben; ferner beschrieb er die beiden Fenster und das Promunturium in der Paukenhöhle. Unrichtig sind seine Ansichten über den M. tensor tympani und den Nervus acusticus. Von großer praktischer Bedeutung waren seine genaue Anleitung zur Sektionstechnik und seine Anregung, vergleichende Untersuchungen an den Gehörorganen verschiedener Tiere auszuführen.

Vesals Befunde auf dem Gebiet der Anatomie des Ohres wurden schon drei Jahre nach dem Erscheinen der «Fabrica» durch die Entdeckung des dritten Gehörknöchelchens, des Steigbügels, ergänzt, die dem Schüler Vesals Giovanni Filippo Ingrassias (1510–1580, siehe Ciba Zeitschrift Nr. 101, S. 3671) im Jahre 1546 glückte. Da der Bericht über die Entdeckung erst in seinem posthum veröffentlichten Werk «In Galeni librum de ossibus doctissima et expectatissima commentaria» (Palermo 1603) enthalten war, wurde ihm die Priorität von Bartolomeo Eustachi (1510? bis 1574), Realdo Colombo (1516–1559) u. a. streitig gemacht, doch ist es bei der relativ leichten Zugänglichkeit des Steigbügels durchaus möglich, daß er von mehreren Forschern unabhängig voneinander entdeckt wurde. Jedenfalls besaß Ingrassias sehr genaue Kenntnisse der Anatomie des Ohres; seine Beschreibungen sind meistens exakter als die Vesals. Ihm ist auch die bedeutungsvoll gewordene Entdeckung der Schalleitung durch die Zähne zuzuschreiben, die allerdings zunächst falsch gedeutet wurde.

Noch Hervorragenderes in der Erforschung des Gehörorgans leistete der aus Modena stammende Gabriele Falloppia (1523–1562), der zuerst in Ferrara und Pisa, von 1551 an in Padua Anatomie und Botanik lehrte, gleichzeitig aber auch als Praktiker sehr erfolgreich tätig war (s. Ciba Zeitschrift Nr. 101, S. 3665, Abb. S. 3667). Von Vesal sprach Falloppia immer mit besonderer Verehrung; ob er aber sein unmittelbarer Schüler gewesen ist, läßt sich nicht mit Bestimmtheit feststellen. Vesal seinerseits schätzte Falloppia ebenfalls außerordentlich, verfaßte aber zu seinem anatomischen Hauptwerk «Observationes anatomicae» (Venedig 1561) eine Gegenschrift, die 1564, zwei Jahre nach Falloppias Tod, als das letzte von ihm herausgegebene Werk erschien. Leider verwarf Vesal viele richtige Feststel-



Erste
Abbildung
der Aquädukte.
Aus Domenico
Cotugno (1736
bis 1822) «*De
aquaeductibus
auris humanae
internae anatomi-
ca dissertatio*». Wien 1774.

lungen Falloppias, ohne sie selber an der Leiche nachgeprüft zu haben.

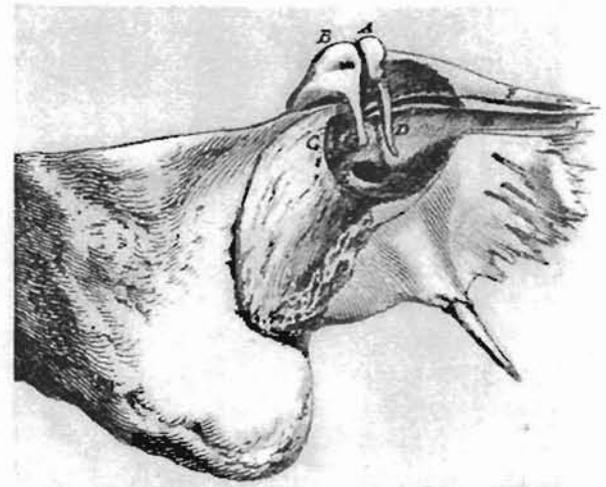
Von den zahlreichen Befunden Falloppias, die den Bau des Ohres betreffen, sind vor allem zu nennen: die Wiederentdeckung des später nach ihm benannten Canalis facialis (Falloppiae; Aquae ductus); eine Beschreibung des Trommelfells und seiner Verbindung mit den Gehörknöchelchen, die zum erstenmal die tatsächlichen Verhältnisse klarstellte; die erste exakte Beschreibung des knöchernen Innenohrs, in dem er zwei Höhlen unterschied, deren eine die Bogengänge und das Vestibulum, die andere die Schnecke enthält, und für die er die Bezeichnungen Labyrinth und Schnecke in die wissenschaftliche Terminologie eingeführt hat; einige Einzelangaben über die Ausbreitung des Nervus acusticus und schließlich die erste genaue Beschreibung der Muskulatur des Außenohrs. Die von ihm allgemein angeregte Methode entwicklungsgeschichtlichen Studiums wandte er auch auf das menschliche Ohr an, das er in allen Stadien des Wachstums untersuchte.

Zeitgenossen Falloppias waren Realdo Colombo (1516–1559) und Costanzo Varolio (1543–1575). Colombo, ein Schüler Vesals, wirkte in Padua, Pisa und Rom. Im 7. Buche seines Werkes «*De re anatomica libri XV*» (Venedig 1599) schrieb er als erster über die Gefäße des Innenohrs. Der Bologneser Gelehrte Costanzo Varolio, der vor allem als Gehirn- und Nerven-anatom berühmt ist, beschrieb in seiner «*Anatomia etc.*» (Frankfurt 1591) zum erstenmal den Musculus stapedius und brachte so die Erforschung des Zusammenspiels der Gehörknöchelchen zu einem gewissen Abschluß. Es sei erwähnt, daß Varolio im gleichen Werk (1. Buch, 7. Kapitel) die Ansicht äußert, daß das Trommelfell mit den Geschmacksnerven in Verbindung stehe und deshalb die Tauben auch stumm seien. Unentschieden bleibe, ob dieser Äußerung die Beobachtung zugrunde lag,

daß bei Kranken mit Trommelfellddefekt durch Reizung der Chorda tympani Geschmacksempfindungen der betreffenden Zungenseite hervorgerufen werden können.

Zum Schülerkreis Falloppias gehörten Girolamo Fabrizio ab Acquapendente (1537–1619), der 1562 auch der Nachfolger seines Lehrers in Padua wurde, und der Holländer Volcher Koyter (1534–1600), der seine Studienzeit hauptsächlich in Italien verbrachte und eine Zeitlang Prosektor Falloppias in Padua war. Später wirkte er in Amberg (Pfalz) als Leibarzt des Herzogs von Bayern und als Stadtarzt in Nürnberg. Ihm ist die früheste ausschließlich das Gehörorgan darstellende Abhandlung («*De auditu instrumento*») zu verdanken. Sie war zunächst in seinem großen anatomischen Werk «*Externarum et internarum principalium corporis humani partium tabulae etc.*» (Nürnberg 1572) enthalten, später ließ er sie aber auch als Einzelwerk erscheinen. In der Schrift Koyters findet sich neben einer in bemerkenswerter Klarheit dargebotenen Zusammenfassung des damaligen Wissens von den Gehörorganen auch eine Theorie über das Zustandekommen der Schalleindrücke, die trotz brauchbaren Ansätzen nicht über die seit Aristoteles als Dogma geltende Lehre von der schwingenden «inneren Luft» hinausgeht. Immerhin beobachtete Koyter, daß durch die Tube ein Zugang zu den Mittelohrräumen besteht, und bemerkt dazu, daß also der «aer» in der Paukenhöhle nicht unverändert bleiben könne. Daraus schließt er, der «aer» müsse vielmehr in den Räumen des Innenohrs gesucht werden, und zwar vor allem in der Schnecke.

Paukenhöhle nach Entfernung des Trommelfells. A = Hammer, B = Amboß, C = Steigbügel, D = Grund der Paukenhöhle usw. Nach einem Stich im «*Traité de l'organe de l'ouïe*» von G. J. Duverney (1648–1730). Paris 1683.





Der französische Naturforscher Claude Perrault (1613 bis 1688), der vor allem die vergleichende Anatomie des Gehörorgans wesentlich förderte. Stich von Gerard Edelinck (1640 bis 1707), nach einem Gemälde von Verceilin.

Demgegenüber bedeutet die 1600 in Venedig erschienene Schrift von Fabrizio ab Acquapendente «De visione, voce et auditu» eher wieder einen Rückschritt, wenn sie auch einige neue Einzelheiten über den Bau des äußeren und des mittleren Ohres bringt und besonders ausführlich den unmittelbaren Zweck jedes einzelnen Ohrbestandteiles erläutert.

Außerhalb des sich vor allem um Vesal und Falloppia gruppierenden Forscherkreises und meistens in scharfem persönlichem und sachlichem Gegensatz zu ihm stand Bartolomeo Eustachi (1510?–1574), der vorwiegend in Rom als Stadtarzt, Professor der Anatomie und päpstlicher Leibarzt wirkte (s. Ciba Zeitschrift Nr. 101, S. 3667). Als orthodoxer Anhänger Galens bekämpfte Eustachi die Anschauungen Vesals auf allen Gebieten und besonders heftig in den Fragen, die das von Vesal nicht sehr gründlich behandelte Gehörorgan betrafen. Eustachis otologische Entdeckungen sind in zwei Werken enthalten: in seiner «Epistula de auditus organis» (in «Opuscula anatomica», Venedig 1564) und in den 1552 nach seinen Angaben gestochenen, aber erst 140 Jahre nach seinem Tod (Rom 1714) von Giovanni Maria Lancisi (1654 bis 1720) veröffentlichten «Tabulae anatomicae».

Als die wesentlichsten Befunde Eustachis, die ihn zu einem der bedeutendsten Otologen aller Zeiten machen, sind anzusehen: die vollkommene Aufklärung der Struktur und der Funktionen der später nach ihm benannten Tuba auditiva Eustachii; die früheste exakte Beschreibung des M. tensor tympani und eine genaue Anleitung zu dessen Präparation; die nähere Bestimmung der nervösen Natur der Chorda tympani; die Entdeckung der Spindel und der häutigen Zone der Lamina spiralis.

Gewissermaßen ihren Abschluß fand diese erfolgreiche Epoche der Anatomie des Ohrs mit den Arbeiten von Giulio Casserio (1561 bis 1616), der von 1604 an als Nachfolger seines Lehrers Fabrizio ab Acquapendente in Padua Anatomie lehrte (s. Ciba Zeitschrift Nr. 101, S. 3683). Er machte nicht nur zahlreiche anatomische Einzelentdeckungen, sondern gab auch mit seinem Werk «De vocis auditusque organis historia anatomica etc.» (Ferrara 1601) die erste, mit eindrucksvollen Illustrationen versehene entwicklungsgeschichtliche Darstellung des Gehörorgans, wobei er sich allerdings auf wertvolle Vorarbeiten von Koyter und Fabricius stützen konnte. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts hatte somit, dank der vor allem an den italienischen Hochschulen geleisteten Forscherarbeit, die Anatomie des Ohrs einen hohen Stand erreicht, der besonders in Anbetracht des damals noch recht dürftigen Instrumentariums imponieren muß und der erst viel später übertroffen werden konnte. Dazu bedurfte es vor allem der von Francis Bacon von Verulam (1561–1626) angeregten allgemeinen Experimentierfreudigkeit und der mächtigen Hilfe, die das seit der Mitte des 17. Jahrhunderts weiteren Kreisen zugängliche Mikroskop der naturwissenschaftlichen Forschung leistete.

Der Ausbau der Anatomie und der Physiologie des Gehörorgans im 17. und 18. Jahrhundert

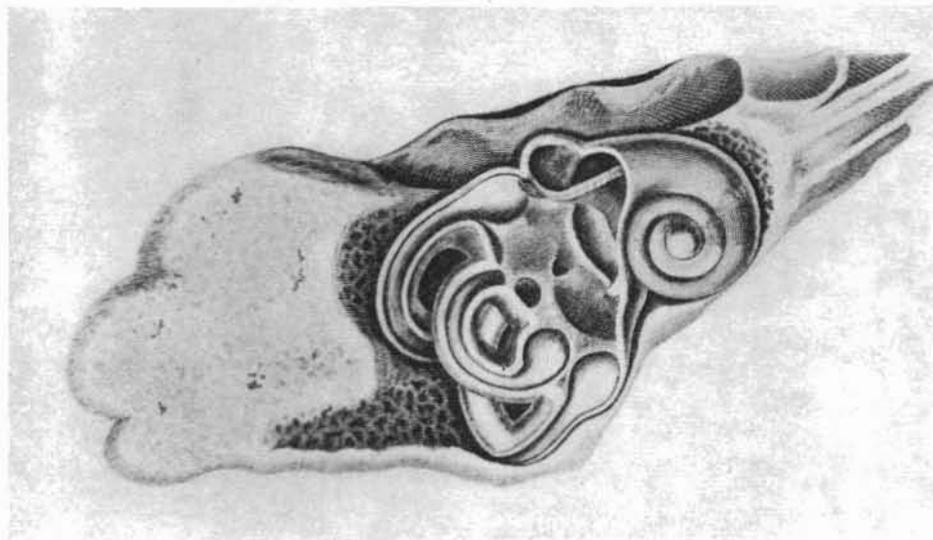
Durch die bahnbrechenden Leistungen italienischer Forscher des 16. Jahrhunderts war die Aufmerksamkeit der Anatomen allenthalben in verstärktem Maße auf das Gehörorgan gelenkt worden. Das Interesse kam in zahlreichen Spezialarbeiten zum Ausdruck, die in allen Ländern Europas erschienen. Zum Teil wurde schon damals die orthodoxe Lehre des «aer innatus» angezweifelt, wenn es auch zu gewagt erschien, sein Vorhandensein überhaupt zu bestreiten. Neben Vorschlägen zur rein methodischen Verbesserung der anatomo-

mischen Forschung, enthielten die Arbeiten jener Zeit gelegentlich auch Berichte über neue Entdeckungen, unter denen die des Engländers Thomas Willis (1621–1675 [s. Ciba Zeitschrift Nr. 59, S. 2038]) am bedeutungsvollsten war. In seinem Werk «Cerebri anatome etc.» (London 1664) klärte er die Ursprungsverhältnisse bei den Nn. facialis, acusticus und accessorius auf, und in «De anima brutorum» (London und Amsterdam 1672) äußerte er auf Grund von Experimenten an Hunden die Ansicht, daß die Schnecke das für das Hören entscheidende Organ sei. Willis entdeckte auch, daß eine schwerhörige Patientin bei Trommelklang besser zu hören vermochte (Paracusis Willisii). Von den zahlreichen anderen Gelehrten, die im 17. Jahrhundert zur Erweiterung der Kenntnisse vom Ohr beitrugen, seien hier nur genannt: der Italiener Cecilio Folio (1615–1650) als Autor eines ausgezeichneten Tafelwerkes; der Basler Johann Heinrich Glaser (1629–1675), der Entdecker der nach ihm benannten Fissura petro-tympanica; die Franzosen Claude Perrault (1613 bis 1688, s. Abb. S. 3747), der sich um den Ausbau der vergleichenden Anatomie des Ohres große Verdienste erwarb, und Jean Méry (1645–1722), der in der Beschreibung der anatomischen Verhältnisse fast aller Teile des Ohres außergewöhnliche Fortschritte erzielte. All diese Ergebnisse wurden aber überflügelt durch die Leistungen des Franzosen Duverney, dessen Wirken für die Weiterentwicklung der anatomischen Forschung in Frankreich grundlegend wurde und im besonderen die Erforschung des Gehörs einem neuen Höhepunkt zuführte.

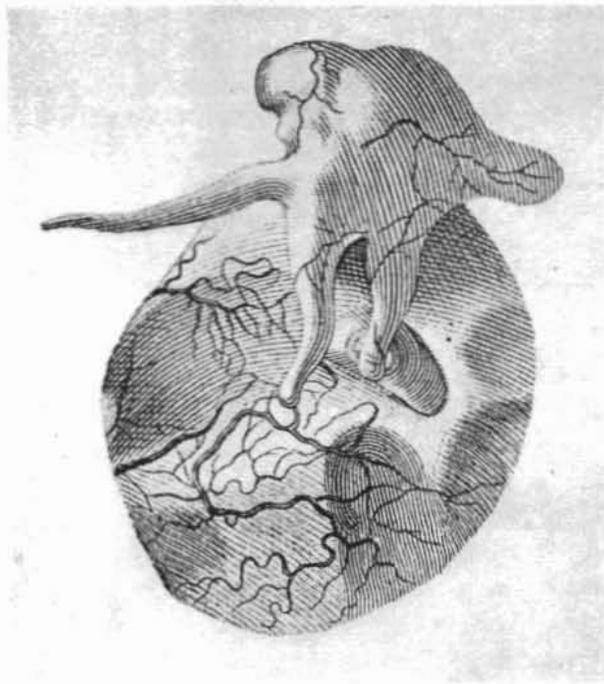
Guichard Joseph Duverney (1648–1730),

der einem altadeligen Geschlecht entstammte, hatte schon mit 19 Jahren in Avignon den medizinischen Doktorgrad erworben und war dann an den Jardin du Roy nach Paris gekommen, wo er bei seinen anatomischen Demonstrationen bald durch große Gelehrsamkeit und durch die Eleganz seines Vortrags Aufsehen erregte. Am Hofe Ludwigs XIV. (1643–1715) war es Mode, sich mit medizinischen Fragen zu befassen, wie ausführlich in Nr. 52 der Ciba Zeitschrift (S. 1782ff.) dargestellt worden ist. Die Erfolge Duverneys veranlaßten den König, für ihn die Stelle eines Hofanatomien zu schaffen und ihn, auf Anraten des Erziehers des Dauphins, des berühmten Kanzelredners Jacques Bénigne Bossuet (1627 bis 1704), zum Lehrer seines Sohnes zu berufen. Wie sehr Duverney seine Schüler zu fesseln wußte, dafür zeugt der dem Prinzen in den Mund gelegte Ausspruch, er wolle lieber die Jagd – das beliebteste Vergnügen jener Zeit – versäumen als eine einzige Unterrichtsstunde bei Duverney.

Duverneys Bedeutung für die Gehörforschung beruht auf seinem 1683 erschienenen und später wiederholt neu aufgelegten und ins Lateinische, ins Englische und ins Deutsche übersetzten Werk «Traité de l'organe de l'ouïe, contenant la structure, les usages et les maladies de toutes les parties de l'oreille». Schon der Titel gibt einen Begriff von der Reichhaltigkeit des Werkes. Es enthält anatomische Entdeckungen und Heilvorschriften, vom medizinhistorischen Standpunkt aus ist aber hauptsächlich der Teil bedeutungsvoll geworden, der die Physiologie des Ohres («les usages de toutes les parties de l'oreille») behandelt. Auf Grund der Lehren des Physikers Edme



Das Labyrinth des menschlichen Ohres vom ovalen Fenster aus gesehen. Nach einem Stich aus A. Scarpa (1752–1832) «Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu». Pavia 1789.



Die Blutgefäße der Paukenhöhle. Die durch Schraffierung angedeutete Wölbung in der Mitte ist der Anfang der Schnecke. Nach einem Stich aus Samuel Thomas von Soemmering (1755–1830) «Abbildungen des menschlichen Gehörorgans». Frankfurt a. M. 1806.

Mariotte (1620–1684), der mit ihm befreundet war, entwickelte Duverney eine Theorie, nach der das Trommelfell bei der Aufnahme und bei der Unterscheidung verschiedener Töne die Hauptrolle spielt. Durch Anpassung seiner Schwingungsform an die Schwingungen der andringenden Töne bilde das Trommelfell bereits den Höreindruck in allen Einzelheiten vor. Über die Gehörknöchelchen und die Schnecke werde dann der Eindruck zum Gehörnerv geleitet und im Gehirn voll ausgebildet. Das Mitschwingen entsprechender Aufnahmeorgane im Ohr mit den Tönen verdeutlichte Duverney experimentell durch das Mitschwingen einer Saite mit einer anderen, gleichgestimmten. Damit war die erste, auf dem Phänomen der Resonanz aufbauende Hörtheorie geschaffen, nach deren Grundprinzip alle späteren gebildet wurden. Duverney schrieb die Weiterleitung der Toneindrücke an den Nervus acusticus dem knöchernen Teil der Schnecke zu; erst, nachdem weitere, zu seiner Zeit unbekannte Organe im Ohr entdeckt worden waren, konnten Duverneys Nachfolger den wahren Sachverhalt erkennen. Wesentlich ausgebaut wurde die Theorie Duverneys von Hermann Boerhaave (1668–1738) in seinen «Praelectiones academicae etc.» (Göttingen 1740–1744, 4. Band); eine überzeugende Lö-

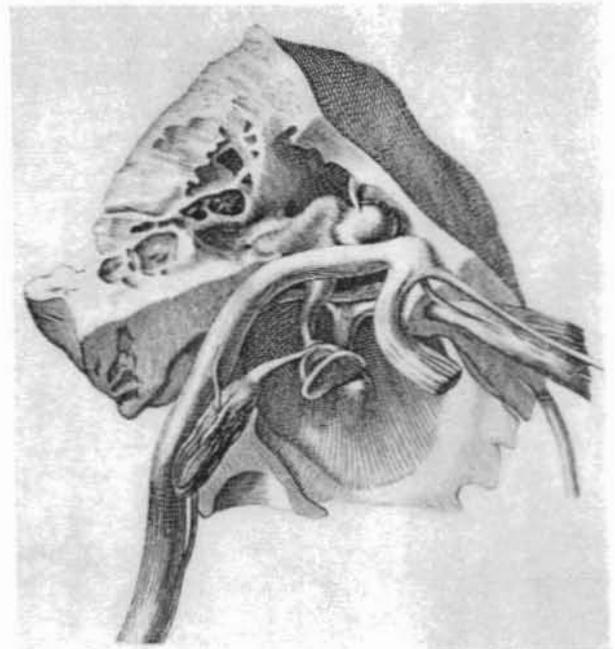
sung des Problems brachte aber erst die Resonanztheorie (s. S. 3754) von Hermann Helmholtz im Jahre 1862.

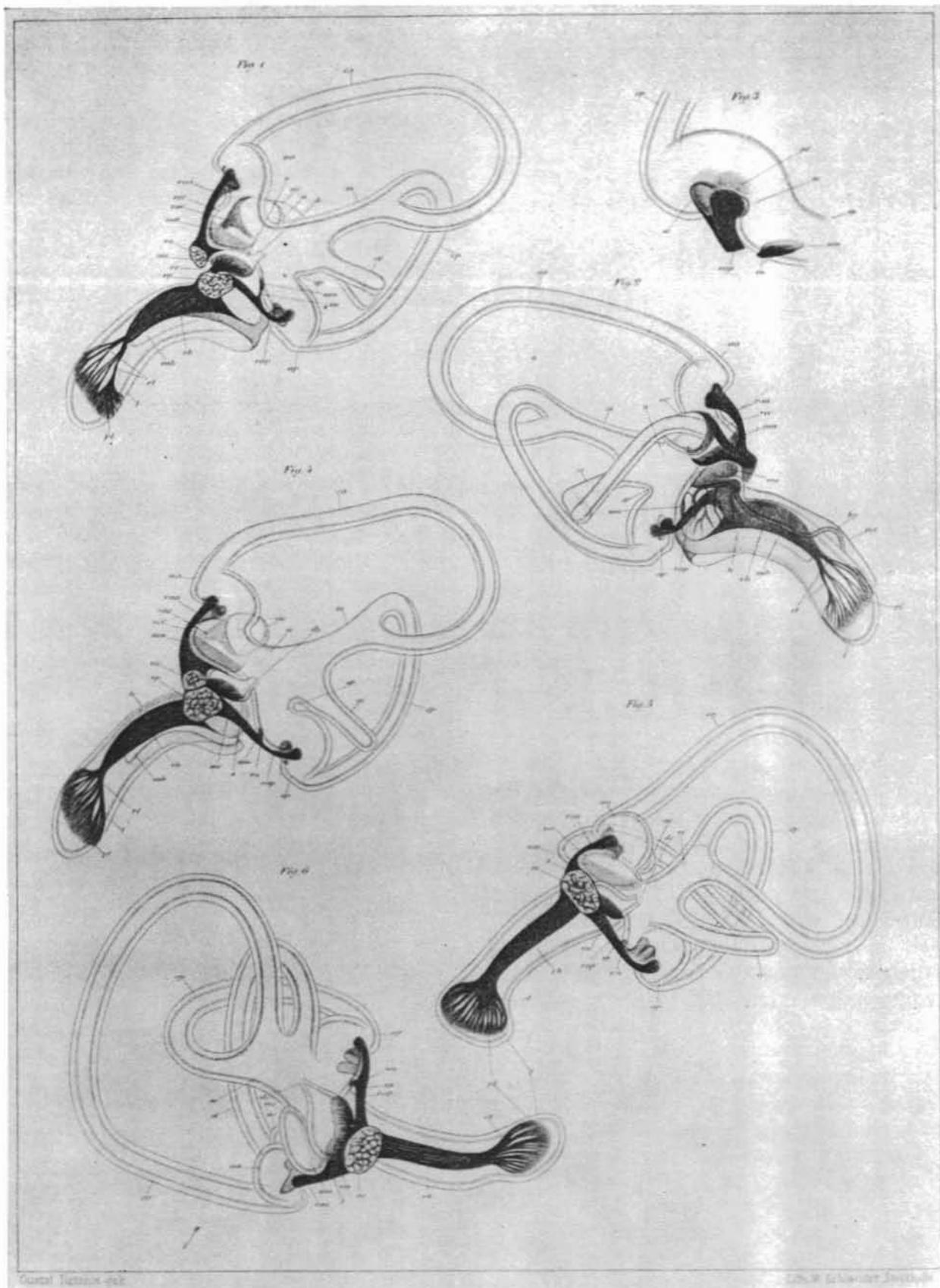
Neben diesen Begründern einer wissenschaftlichen Hörtheorie gab es aber noch im 17. Jahrhundert auch Vertreter einer Akustik mehr mystischer Art, die sich von den pythagoräischen Anschauungen herleitete und das Vorhandensein einer Entsprechung zwischen der Welt der Töne und der Harmonie des Kosmos annahm, so z. B. den Engländer Robert Fludd (1574–1637), der auch als wichtiger Nachfolger von Theophrast von Hohenheim (1493–1541) angesehen wird (s. Abb. S. 3742 und 3743).

Im 18. Jahrhundert ging die Führung in der otologischen Forschung wieder ganz auf die Italiener über, und, wie zur Zeit Falloppias, war das Wirken eines großen Gelehrten Ausgangspunkt einer Reihe hochbedeutender Entdeckungen, die teils von ihm selbst, teils von dem Kreis seiner unmittelbaren oder mittelbaren Schüler gemacht wurden. Von Valsalva an reicht so eine ununterbrochene Kette von italienischen Forschern über Morgagni, Cotugno und Scarpa bis zu Corti.

So Wesentliches Antonio Maria Valsalva (1666–1723), der Schüler Marcello Malpighis (1628–1694), und Giovanni Battista Morgagni (1682–1771) zum Ausbau der Anatomie und der Physiologie des Ohres vor allem in syste-

Verbindung der Gehörknöchelchen und Muskulatur im Inneren der Paukenhöhle. Hinten unten das Trommelfell. Nach einem Stich aus S. Tb. von Soemmering «Abbildungen des menschlichen Gehörorgans».





Die membranösen Teile (auf der Tafel schwarz gefärbt) der Gebörgane verschiedener Vögel, und zwar der Hausgans (*Anser anser domesticus*, die drei oberen Darstellungen), des Gänseeägers (*Mergus merganser*, Mitte links), des Kiebitzes (*Vanellus vulgaris*, unten rechts), der Schnepfe (*Scolopax rusticola*, unten links). Nach dem Werke «Das Gebörgan der Wirbelthiere», von Gustaf Magnus Retzius (1842-1919) II. Band. Stockholm 1884.

matischer Hinsicht beitragen, prinzipiell bedeutender und folgenreicher war die Entdeckung, die der 24jährige Schüler Morgagnis, Domenico Cotugno (1736–1822) im Jahre 1760 in Neapel veröffentlichte. In seiner Erstlingsarbeit «De aquaeductibus auris humanae internae anatomica dissertatio» verfocht er die Ansicht, daß die Labyrinthhöhle stets von einer Flüssigkeit erfüllt sei. Damit bereitete er der infolge der Autorität des Aristoteles zwei Jahrtausende lang allgemein für richtig gehaltenen Lehre vom «aer innatus» (s. S. 3744) ein Ende. Seine bei Sektionen von Pferden und menschlichen Leichen erhobenen Befunde wurden bald allgemein anerkannt. Auch von den beiden von ihm entdeckten Aquädukten gab er schon in jener frühen Schrift eine ausgezeichnete, auch den strengsten wissenschaftlichen Anforderungen genügende Beschreibung. Irrig war nur die Hörtheorie, die er an seine Entdeckungen knüpfte, und in der er von der falschen Voraussetzung ausging, daß das Labyrinthwasser durch den Vorhof und die Bogengänge laufe. Diese Theorie wurde schon 1789 von Scarpa in seinem otologischen Hauptwerk (s. unten) widerlegt. Cotugno wirkte bis zu seinem Tode an der Universität in Neapel als Lehrer der Anatomie, ohne daß er aber später auf seine Theorie zurückgekommen wäre.

Antonio Scarpa (1752–1832) krönte die Erforschung des Ohres im 18. Jahrhundert mit der Entdeckung des häutigen Labyrinths. Er war ebenfalls ein Schüler von Morgagni und während zwei Jahren in Padua sein Privatsekretär. Von 1772 bis 1780 wirkte er als Chirurg und Professor der Anatomie in Modena; von 1783 an war er Professor an der Universität Pavia, verließ aber diese Stelle 1796 aus politischen Gründen und nahm sie erst 1805 auf Grundeiner persönlichen Aufforderung Napoleons I. wieder ein. 1812 zog sich Scarpa endgültig vom Lehramt zurück und widmete sich fortan ausschließlich seinen privaten Studien, die nicht nur die Medizin, sondern auch die klassische und die neuere Literatur umfaßten.

Schon das erste von Scarpa veröffentlichte Werk «De structura fenestreae rotundae auris etc. observationes» (Modena 1772) zeigt sein Interesse für die Anatomie des Ohres und enthält wesentliche neue Erkenntnisse über die Funktion des runden Fensters, sowie interessante vergleichende Betrachtungen über das Gehörorgan der Vögel. Seine bedeutendste Leistung auf otologischem Gebiet enthalten

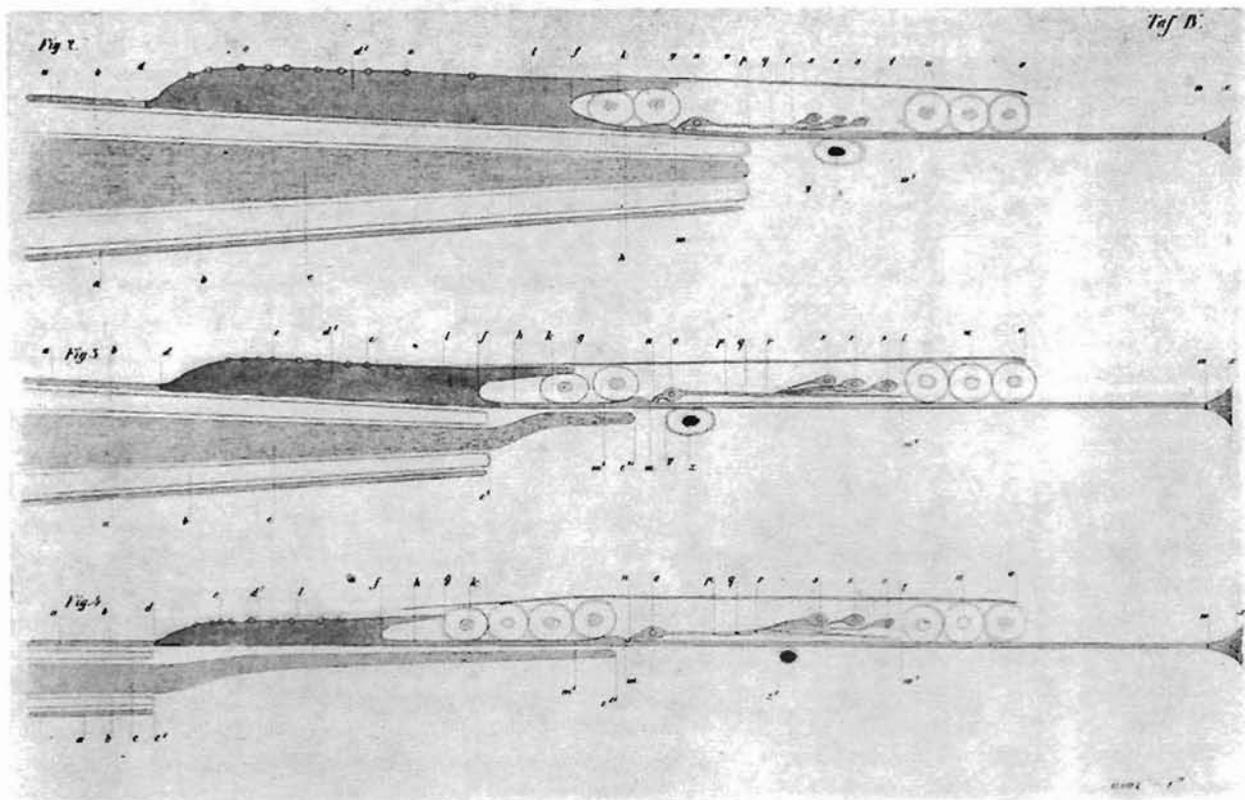


Der italienische Anatom Antonio Scarpa (1752–1832), der das häutige Labyrinth entdeckt hat. Kupferstich von Faustino Anderloni (1766–1847) nach einem Gemälde von Gaetano Cattaneo (gestorben 1841).

aber die 1789 in Mailand erschienenen «Disquisitiones anatomicae de auditu et olfactu», deren zwei erste Abschnitte das Gehörorgan der Tiere und der Menschen behandeln. Hier berichtet Scarpa zum erstenmal über das von ihm entdeckte häutige Labyrinth, sowie über die ebenfalls von ihm festgestellte Endolymph und gibt eine an Präzision und Ausführlichkeit bis dahin noch nie erreichte Beschreibung des Nervenverlaufs vom Innenohr bis zum Gehirn. Mit den Entdeckungen Scarpas hatte jene Zeit auf dem Gebiet der Ohr-Anatomie alles erforscht, was ihren einfachen präparativen Verfahren zugänglich war. Um weitere, mehr in die Einzelheiten der Struktur und der Funktionen gehende Ergebnisse zu erzielen, bedurfte es neuer Arbeitsmethoden und besserer Verfahren. Sie wurden zu Beginn des 19. Jahrhunderts von den aufblühenden Wissenschaftszweigen der Histologie und der vergleichenden Anatomie geschaffen.

Die wichtigsten otologischen Forschungsergebnisse des 19. Jahrhunderts und die neueren Hörtheorien

Die ersten otologischen Forschungsleistungen zu Beginn des 19. Jahrhunderts bestanden vor allem darin, daß die Beschreibung und die bildliche Darstellung des Ge-



Die Feinstruktur der Lamina spiralis membranacea. Schematische Darstellung von Alfonso Corti (1822–1876). Corti stützte sich dabei auf Untersuchungen an Katzen und Hunden. Drei Vertikalschnitte: der obere beim Vestibulum, der mittlere ungefähr 6 mm vom Vestibulum entfernt, der untere beim Gipfelpunkt der Schnecke. Abbildung aus Cortis klassischer Arbeit «Recherches sur l'organe de l'ouïe des mammifères». Ztschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 3 (1851).

hörorgans verfeinert wurden. Hier sind zu nennen zunächst das 1806 in Frankfurt a. M. mit lateinischem und deutschem Text erschienene Tafelwerk des ausgezeichneten Mediziners und Physikers Samuel Thomas von Soemmering (1755–1830), worin einige bis dahin noch unbekannte anatomische Einzelheiten dargestellt werden, ferner die Arbeiten des in Jena wirkenden Anatomen Emil Huschke (1797–1858), der an Soemmering anknüpfte. Huschkes sehr eingehende Beschreibung der häutigen Spiralmembran vom Jahre 1844 bildete die unmittelbare Vorstufe zu den Entdeckungen Cortis und Reißners. Schließlich sei noch der große Wiener Anatom Joseph Hyrtl (1811–1894) erwähnt, der u. a. eine systematische Sammlung von Präparaten zur vergleichenden Anatomie des Ohrs anlegte, und bei dem auch Corti eine Zeitlang als Assistent tätig war.

Von Cortis Leben und Wirken lagen bis vor kurzem nur höchst lückenhafte, in verschiedenen Publikationen verstreute Nachrichten vor. 1944 faßte der Berner Anatom E. Hintzsche das gesamte vorhandene Material, das er noch um mehrere wichtige Funde bereichern konnte, zu einer Monogra-

phie zusammen, aber auch er mußte mangels Quellen manches im Dunkeln lassen, vor allem die Gründe zu Cortis Verzicht auf wissenschaftliche Arbeit in seinen späteren Jahren.

Der einem alten italienischen Adelsgeschlecht entstammende Marchese Alfonso Corti (1822–1876 [Abb. s. Ciba Zeitschrift Nr. 88, S. 3080]) hatte schon als junger Medizinstudent in Pavia eine besondere Geschicklichkeit in der Herstellung anatomischer Präparate gezeigt, die er während seiner Studienzeit in Wien (1845–1847) unter der Leitung Hyrtls noch förderte. Als er im Jahre 1848 wegen der Revolutionswirren genötigt war, seine Assistentenstelle bei Hyrtl aufzugeben, wandte er sich zunächst in die Schweiz, wo er – wie dank den Funden von Hintzsche nun sichergestellt ist – vor allem unter der Leitung des Berner Physiologen Gabriel Gustav Valentin (1810–1883) weiterarbeitete und sich mit ihm bald auch persönlich befreundete. Nach kurzen Studienaufenthalten in London und Paris begab sich Corti anfangs 1850 nach Würzburg, wo er wahrscheinlich bis zum Ende des Jahres mit dem dort lehrenden großen Schweizer Anatomen Rudolf Albert von Kölliker (1817–1905) zusammen wirkte. Mittels einer

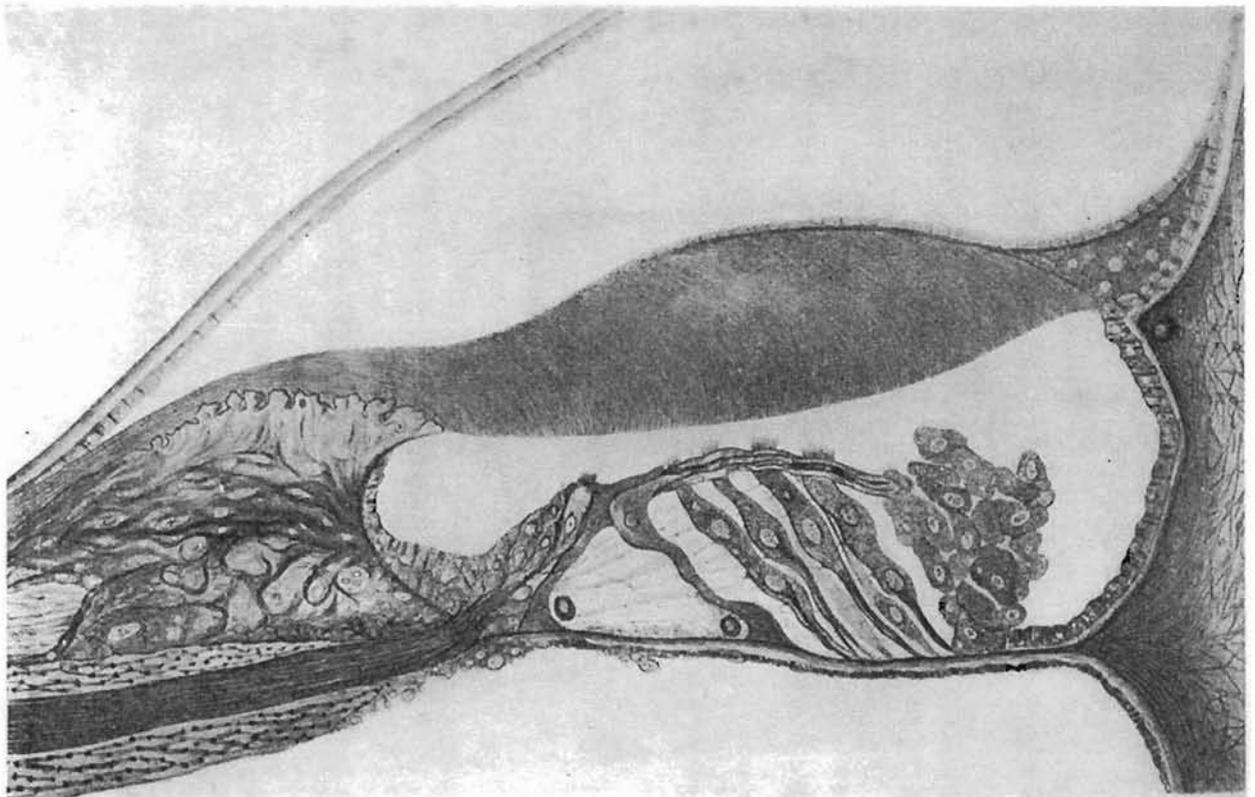
von ihm erfundenen Färbetechnik (s. Ciba Zeitschrift Nr. 88, S. 3079) gelangen ihm dort Entdeckungen, die die Verhältnisse des häutigen Labyrinths im wesentlichen aufklärten. Er schrieb darüber in seiner berühmten Arbeit «Recherches sur l'organe de l'ouïe des mammifères», von der er aber nur den ersten, der Ohrschnecke gewidmeten Teil fertigstellte (erschien in Band 3 der «Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie», 1851). In seinem «Handbuch der Gewebelehre» (Leipzig 1852), berichtete Kölliker bereits über Cortis Entdeckung des Organon spirale, für das er 1854 (im 2. Band seiner «Mikroskopischen Anatomie», auf Seite 752) zum erstenmal den Namen «Cortisches Organ» anwandte. Da sein Vater gestorben war, kehrte Corti 1851 nach Italien zurück und befaßte sich, von einer geringfügigen wissenschaftlichen Publikation im Jahre 1854 abgesehen, bis zu seinem Lebensende ausschließlich mit der Verwaltung seines Landgutes bei Casteggio. Über die Gründe, die ihn zur Aufgabe der wissenschaftlichen Tätigkeit bewogen, hat bis jetzt nichts wirklich Stichhaltiges in Erfahrung gebracht werden können.

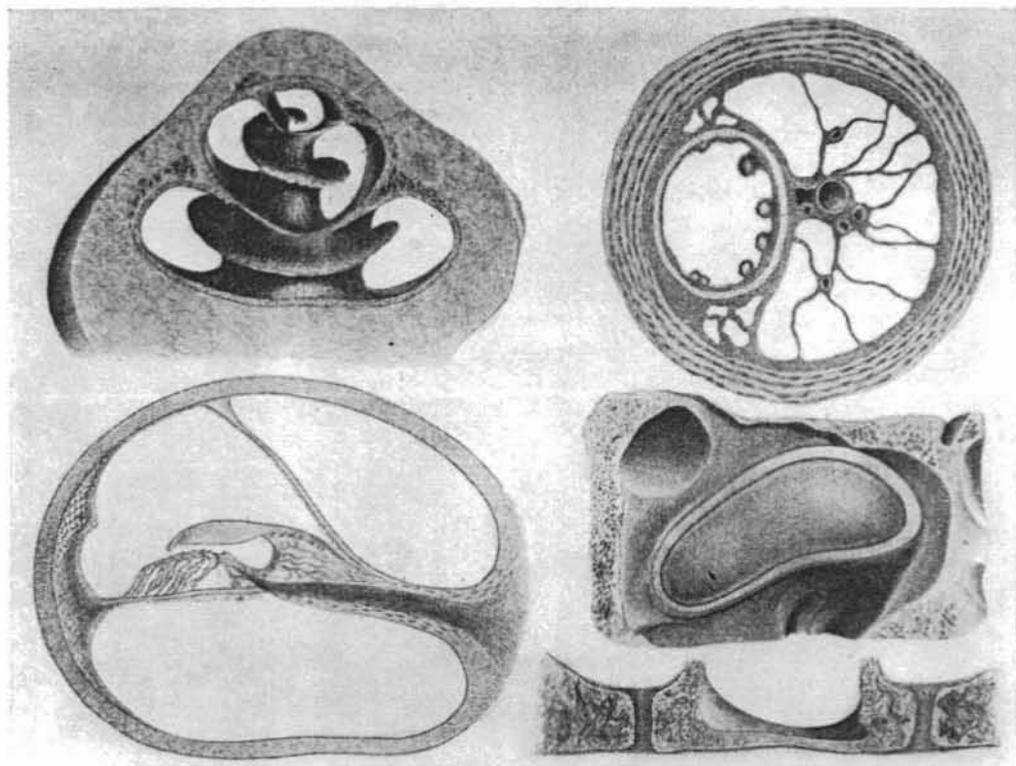
Ergänzt wurden die Entdeckungen Cortis

schon ein Jahr später von dem baltischen Anatomen Ernst Reißner (1824–1878), der in seiner Arbeit «Zur Kenntnis der Schnecke im Gehörorgan des Menschen» (Archiv für Anatomie und Physiologie; 1852, schon 1851 in Dorpat publiziert unter dem Titel: «De auris internae formatione») einige neue, im Labyrinth erhobene Befunde bekanntgab (vor allem den der Membran, die den Schneckenkanal gegen die Vorhofstreppe abschließt). Für die Erforschung der Entwicklungsgeschichte war von höchster Bedeutung das große, zweibändige Werk des schwedischen Anatomen Gustaf Magnus Retzius (1842–1919) «Das Gehörorgan der Wirbelthiere» (Stockholm 1881 und 1884), das die Kenntnisse vom Gehörorgan der Menschen und der Tiere, die bis zum Ende des 19. Jahrhunderts gewonnen worden waren, textlich und bildlich in ausgezeichneter Darstellung zusammenfaßte.

Erst die Entdeckungen Cortis und Reißners haben die Aufstellung von Hörtheorien ermöglicht, die die anatomischen Verhältnisse im Ohre genau berücksichtigen, und die auch heute noch von der Mehrzahl der Forscher anerkannt werden; unter diesen Theorien hat die «Resonanztheorie» des großen Arztes und

Das Cortische Organ in seinem Zusammenhang mit der Lamina basilaris, die rechts am Rande zu sehen ist. Der dunkle Streifen links unten stellt den Nervus acusticus dar. Links oben die Reißnersche Membran. Aus den «Wandtafeln zur Anatomie des Gehörorgans» von Adam Politzer (1835–1920). Wien 1873.





*Schnitt
durch das
Labyrinth.
Nach Adam
Politzer «Wand-
tafeln zur
Anatomie des
Gehörorgans».
Wien 1873.*

Physikers Hermann von Helmholtz (1821 bis 1894) am meisten Anklang gefunden.

Allen Resonanztheorien, schon der ersten, von Duverney (s. S. 3749) aufgestellten, ist die Annahme gemeinsam, daß im Ohr Organe (Resonatoren) vorhanden seien, die von den von außen kommenden Tönen zum Mitschwingen gebracht würden. In seiner ersten, grundlegenden Publikation («Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik», Braunschweig 1863) nahm Helmholtz als Resonatoren die Cortischen Pfeiler an; auf Einwände von Viktor Hensen (1835–1924) und C. Hasse (1810–1902) hin gab er später diese Annahme auf und verlegte die Resonanz in die Radialfasern der Basilarmembran. Charakteristisch für die Helmholtzsche Theorie ist die Annahme, daß jeder einzelne einfache Ton jeweils nur einen bestimmten Bereich innerhalb des Resonatoren-Systems zum Mitschwingen bringe. Damit erklärt Helmholtz vor allem ganz vorzüglich die Fähigkeit des Ohres, zusammengesetzte Klänge in die einzelnen Partialtöne zu zerlegen («Klanganalyse»); aber auch die meisten anderen normalen oder pathologischen Gehörserscheinungen lassen sich durch sie widerspruchlos deuten. Um verständlich zu machen, wie der Klangeindruck an das Zentralorgan weitergeleitet werde, benützte Helmholtz das von seinem Lehrer Johannes Müller (1801–1858) aufge-

stellte «Gesetz der spezifischen Sinnesenergien». Er interpretierte es insofern enger als sein Urheber, als er annahm, daß jede irgendwie erregte Nervenfasern nur eine einzige, ganz bestimmte Empfindung erzeuge, die verschieden sei von allen anderen Empfindungen, welche die übrigen Nervenfasern des gleichen Sinnesorgans hervorbrächten.

In neuester Zeit haben die Engländer Herbert Eldon Roaf (1922) und Herbert Morley Fletcher (1923) gegen die Helmholtzsche Theorie eingewandt, daß die Radialfasern der Basilarmembran wegen ihrer festen Verbundenheit einzeln oder gruppenweise nicht unabhängig schwingen könnten und daher nicht als Resonatoren in Betracht kämen; nach ihrer Ansicht kommt die Resonanz durch das Mitschwingen der verschiedenen in der Schnecke eingeschlossenen Flüssigkeitssäulen zustande. Da beide Resonanztheorien die Gehörserscheinungen gleich gut erklären, wird eine Entscheidung erst getroffen werden können, wenn weitere anatomische oder physiologische Erkenntnisse die Verhältnisse besser verstehen helfen.

Von den bisher aufgestellten Nicht-Resonanztheorien des Hörens ist die sogenannte «Schallbildertheorie» am bekanntesten geworden. Sie stammt von dem deutschen Physiologen Richard Julius Ewald (1855–1921), der sie im Jahre 1899 bekanntgab. Nach Ewald entsteht auf der ganzen durch einen reinen Ton erregten Basilarmembran eine

bestimmte, «Schallbild» genannte Schwingungsform; dieses Schallbild wird als Ganzes von den Nerven ins Gehirn übertragen und erzeugt dort die entsprechende Tonempfindung. Ewald versuchte, die Schallbilder durch dünne Kautschukmembranen und durch ein Modell des inneren Ohres («Camera acustica») experimentell darzustellen. Andere Nicht-Resonanztheorien, die bestimmte Schwingungsformen der ganzen Basilarmembran annehmen, wurden unter anderem aufgestellt von E. Bonnier (1893), Max Meyer (1899) und Th. E. ter Kuile (1900). Für alle Theorien ist es schwierig, die Klanganalyse durch das Ohr zu erklären und seine Fähigkeit, verschiedene Klangfarben zu unterscheiden.

Unter den Experimenten zur Nachprüfung der verschiedenen Hörtheorien sind die Tierversuche von K. Wittmaak (1917), H. Held und F. Kleinknecht (1927) besonders bemerkenswert. Wittmaak ließ wochenlang ununterbrochen besonders hohe und starke Töne auf die Versuchstiere einwirken und suchte dann bei der Sektion nach Schädigungen der Basilarmembran. Die geschädigten Gebiete waren zwar größer, als es die Helmholtzsche Theorie gefordert hätte, doch konnten sich diese Abweichungen auch aus anderen, mit

der Theorie nicht in Zusammenhang stehenden Ursachen erklären. Held und Kleinknecht zeigten, daß Meerschweinchen, deren Ligamentum spirale (das die Basilarmembran mit dem Periost der lateralen Schneckenwand verbindet) sie durchstochen hatten, für einen bestimmten Tonbereich eine Hörlücke aufwiesen, die nach der Regeneration des verletzten Gewebes wieder verschwand. Das Ergebnis dieser Versuche bedeutet für die Helmholtzsche Resonanztheorie eine starke Stütze.

Schon die Tatsache, daß sich so viele verschiedene Hörtheorien nebeneinander halten können, weist auf das Vorhandensein schwieriger Probleme, die in der Erforschung des Gehörorgans noch zu lösen sind, hin. Dazu kommt noch, daß alle bisher aufgestellten Hörtheorien nur «peripher» sind, das heißt, daß sie sich nur mit der Aufnahme und der Weiterleitung der Schalleindrücke im Ohr befassen. Theorien, die auch das Entstehen der Schalleindrücke im nervösen Zentralorgan erklären, sind bis jetzt noch nicht über Ansätze hinaus gekommen. Hier harren der Hirnanatomie und der Hirnphysiologie noch wichtige Aufgaben, deren Bewältigung einer späteren Zeit vorbehalten ist, die über subtilere Methoden und Instrumente verfügt als unsere.

Trasentin

zuverlässiges Antispasmodicum

das sich durch gleichzeitige neurotrope
und muskulotrope Einwirkung
auf die glatte Muskulatur,
aber auch durch das Fehlen
unangenehmer Nebenwirkungen auszeichnet

Tabletten, Ampullen, Suppositorien