

## XXI.

# **Die Bezold-Edelmann'sche continuirliche Tonreihe als Untersuchungsmethode für den Nervenarzt.**

Nach einem Vortrage, gehalten auf der 1. Jahresversammlung  
der Gesellschaft Deutscher Nervenärzte.

Von

**Dr. Kühne,**

Oberarzt an den Städtischen Thien'schen Heilanstalten in Cottbus.

Die Bezold-Edelmann'sche continuirliche Tonreihe besteht aus 10 an ihren Zinkenenden mit verschiebbaren Gewichten belasteten Stimmgabeln, 2 grösseren, mit verschiebbarem Stempel versehenen Orgelpfeifen und dem sogenannten Grenzpfleichen oder Galtonpfleichen.

Die Gewichte an den Stimmgabeln haben den Zweck, einmal die Obertöne auszuschalten, um dadurch möglichst reine Töne zu erzeugen, zweitens durch Verschiebung der Gewichte an den Zinken die Stimmgabeln auf die gewünschte Tonhöhe einzustellen. Jede Stimmgabel umfasst nämlich 5 Töne. An den Pfeifen geschieht das Einstellen durch Verschieben des Stempels. Die jeweilig eingestellte Tonhöhe ist bei den Stimmgabeln an den Zinken und bei den Pfeifen an dem Pfeifenkörper bezeichnet und zwar im obern und untern Theil der Tonreihe in Abständen von ganzen Tönen und im mittleren Theil der Tonreihe, in welchem wir genauer localisiren können, in Abständen von halben Tönen.

Die grossen Stimmgabeln werden am Daumenballen, die kleineren mittelst eines Hammers angeschlagen, die Orgelpfeifen werden mit dem Mund durch Vermittlung eines mit Mundstück versehenen Schlauches, das Galtonpfleichen wird durch ein Gummigebläse angeblasen.

Mit diesen Instrumenten, deren Handhabung auch erst erlernt werden muss, gelingt es alle Töne hervorzurufen, welche das menschliche Ohr überhaupt wahrzunehmen vermag in continuirlicher Reihen-

folge, von den tiefsten bis zu den höchsten, und zwar, was nicht weniger wichtig ist, auch mit genügender Stärke, so dass bei Ausfall eines Tones Taubheit des Ohres für diesen Ton angenommen werden darf.

Für die Technik der Prüfung mit Stimmgabeln möchte ich nicht unterlassen zu erwähnen, dass der Anschlag möglichst kräftig sein muss, andererseits nicht so stark, dass die Zinkenenden gegen einander schlagen. Die angeschlagene Stimmgabel nähert man in unregelmässigen Zwischenräumen dem Ohr, ohne die Muschel zu berühren. Beim Anblasen der Pfeifen hat man darauf zu achten, dass der dem Stempel entweichende Luftstrom nicht das Ohr trifft.

Das Hörvermögen des gesunden Menschen erstreckt sich nun von der Wahrnehmung tiefer Töne mit nur 12—16 Doppelschwingungen in der Secunde bis zu den höchsten Tönen mit 49000 Schwingungen. Im Alter engt sich für gewöhnlich die obere Grenze um etwa eine Octave ein, in ganz seltenen Fällen kann auch in Folge Verkalkung des im ovalen Fenster des Felsenbeines befindlichen Ringbandes, welches die Steigbügelfussplatte an der knöchernen Umrahmung des ovalen Fensters befestigt, eine Einengung der unteren Tongrenze eintreten.

Das ganze über 12 Octaven (von der Subcontra über die Contra, die grosse und die kleine Octave bis zur 8 gestrichenen Octave) sich erstreckende Hörgebiet wird als Hörfeld, der Ausfall einer Strecke des Hörfeldes als Hörlücke, geringe Reste von Hörvermögen werden als Hörinseln bezeichnet.

Die wichtigste Strecke des Hörfeldes ist die Tonstrecke b 1 bis g 2, also von der eingestrichenen bis zur 2 gestrichenen Octave. In diese Strecke fallen die Eigentöne unserer wichtigsten Sprachlaute. Nur die Zischlaute S, Sch, Z fallen in die 3- und 4 gestrichene Octave, die Laute M, L, N in die kleine und R in die Subcontraoctave. Ist die Strecke b 1 bis g b überhaupt nicht oder nicht mit der nöthigen Stärke wahrnehmbar, so ist das Sprachverständniss aufgehoben.

Nach Bezold muss die Hörschärfe der in der Tonstrecke b 1 bis g 2 gelegenen Töne mindestens 10 pCt. der normalen betragen, damit Sprachverständniss noch möglich ist.

Die Function des Ohres wird nun am besten auf folgende Weise geprüft:

1. Man prüft zuerst das gesunde, dann das kranke Ohr mittelst Flüstersprache, nachdem man beide vorher einer gründlichen Untersuchung mit dem Ohrenspiegel unterzogen hat oder durch einen Ohrenspecialisten hat unterziehen lassen. Prüfungsworte für die Flüstersprache sind die Zahlen 1—100. Die am schlechtesten gehörte Zahl wird in Klammern beigefügt.

2. Man prüft das Hörvermögen von Tönen in Luftleitung mittelst der Tonreihe, indem man zunächst die Grenze feststellt, bis zu welcher hohe und tiefe Töne noch gehört werden. Auf diese Weise erfährt man, ob sich Einengungen an der oberen oder unteren Tongrenze vorfinden. Dann prüft man in Abständen die gesammte Tonreihe durch und fahndet auf Hörlücken. Hat man eine Hörlücke entdeckt, so sucht man sie genau abzugrenzen, indem man an der Grenze die Wahrnehmung in Abständen von halben Tönen prüft.

3. Durch Aufsetzen einer Stimmgabel auf den Scheitel prüft man dann die Knochenleitung und zwar zunächst nur, in welchen von beiden Ohren die Stimmgabel stärker gehört wird (Weber'scher Versuch). Bei Erkrankungen des Mittelohres wird der Stimmgabelton im kranken, bei Schädigungen des inneren Ohres im gesunden Ohr stärker gehört als im andern. Dann untersucht man, wie lange die auf den Scheitel aufgesetzte Stimmgabel durch die Knochenleitung überhaupt gehört wird? (Schwabach'scher Versuch). Um sich von der Stärke des Anschlages unabhängig zu machen, vergleicht man am besten die Knochenleitungsdauer des Untersuchten mit der eigenen, indem man die Stimmgabel, nachdem sie beim Untersuchten verklungen ist, auf den eigenen Kopf aufsetzt oder umgekehrt. Voraussetzung dabei ist, dass der Untersucher regelrechtes Hörvermögen hat. Hört der Untersuchte die Stimmgabel längere oder kürzere Zeit als der Untersucher, so weiss man, ob die Knochenleitung verlängert oder verkürzt ist. Diese Art der Untersuchung erspart viel Zeit. Zur Prüfung der Knochenleitungsdauer genügen die unbelasteten Stimmgabeln G und g 1, oder A und a 1. Die Stimmgabeln sollen hierbei unbelastet sein, weil die belasteten Stimmgabeln zu rasch abklingen und dadurch gröbere Fehler sich einstellen würden. Hat man eine Verlängerung der Knochenleitungsdauer festgestellt, so weiss man aus dem vorausgeschickten Weber'schen Versuch, auf welchem Ohre die Stimmgabel länger gehört wird, nämlich auf dem, auf welchem sie beim Weber'schen Versuch stärker gehört wurde.

Verkürzung der Knochenleitungsdauer lässt sich bei einseitiger Erkrankung nicht feststellen, da die Schallwellen der auf den Kopf gesetzten Stimmgabel nach beiden Ohren gleichmässig hingeleitet werden und die Verkürzung auf dem einen Ohr durch die regelrecht lange Dauer der Knochenleitung des andern Ohres verdeckt wird. Ausschlaggebend für die Annahme einer Verlängerung oder Verkürzung der Knochenleitungsdauer ist ein Unterschied von mindestens 10 Sekunden, da geringe Schwankungen der Knochenleitungsdauer auch unter normalen Verhältnissen vorkommen.

4. Mit den Stimmgabeln g 1 oder a 1 wird der Rinne'sche Ver-

such ausgeführt. Dieser besteht bekanntlich darin, dass die Knochenleitungsdauer mit der Luftleitungsdauer desselben Ohres verglichen wird. Beim gesunden Ohr ist die Luftleitungsdauer länger als die Knochenleitungsdauer. Man bezeichnet diesen Ausfall kurz als Rinne-x, wobei x die Zahl der Secunden ist, um welche die Stimmgabel vor dem Ohre, also in Luftleitung, länger gehört wird, als vom Warzenfortsatz aus. Die Stimmgabel a 1 wird etwa 30 Secunden in Luftleitung vom gesunden Ohr länger gehört als in Knochenleitung.

Hat man auf diese Weise das Hörvermögen geprüft, so ist die Function des Ohres vollständig analysirt.

Die Prüfung von Geräuschen kann unberücksichtigt bleiben, da Geräusche nur ein Gemisch von Tönen sind, welche dicht bei einander liegen und deshalb unharmonisch klingen.

In wie weit gelingt es nun mit der Bezold-Edelmann'schen continuirlichen Tonreihe den Sitz von Hörstörungen nachzuweisen?

Von den Hörstörungen, welche den Neurologen interessiren, kommen nur die in Betracht, welche auf Schädigungen der Schnecke, der Hörleitungsbahnen und des Hörcentrums in der Hirnrinde beruhen.

Man hat sich gewöhnt, die durch Erkrankung dieser Abschnitte hervorgerufene Schwerhörigkeit als nervöse Schwerhörigkeit zu bezeichnen, um damit auszudrücken, dass es sich nicht um Störungen des schallleitenden Apparates (des Trommelfelles, der Paukenhöhle und der Gehörknöchelchenkette), sondern des schallempfindenden Apparates handelt. Ich halte diese Bezeichnung für eine höchst unglückliche. Verstehen wir doch unter nervös etwas rein Functionelles. Gerade weil wir aber darnach streben das Gebiet der sogenannten functionellen Erkrankungen immer mehr einzuengen und für alle Schädigungen eine pathologisch-anatomische Grundlage zu suchen, sollen wir nicht Störungen des Hörvermögens, welche oft schon makroskopisch sichtbare Veränderungen zur Grundlage haben, als nervös bezeichnen. Lachmund hat deshalb vorgeschlagen die durch Erkrankung des schallempfindenden Apparates bedingten Hörstörungen als „innere“ Hörstörungen zu bezeichnen, im Gegensatz zu den durch Erkrankung des Schallleitungsapparates hervorgerufenen, von ihm als „äussere“ Hörstörungen benannten.

Wenn wir einen Schritt weiter gehen und die Hörstörungen des schallempfindenden Apparates noch genauer localisiren wollen, so scheint es mir am besten zu unterscheiden zwischen

1. Labyrinth-Schwerhörigkeit bzw. Taubheit,
2. Leitungs-Schwerhörigkeit           "           "
3. Rinden-Schwerhörigkeit           "           "

Um nun die Ergebnisse der Hörprüfung mit der Bezold-Edelmann'schen continuirlichen Tonreihe zu verstehen, müssen wir uns kurz den Vorgang des Hörens sowie die Hörleitung vergegenwärtigen.

Die durch den äusseren Gehörgang an das Trommelfell schlagenden Schallwellen der Luft werden durch das Hebelwerk der Gehörknöchelchenkette auf die im ovalen Fenster des Felsenbeines beweglich angebrachte Steigbügelfussplatte übertragen. Dieser Hebelapparat hat nur den Zweck die grossen langsamen und schwachen Schwingungswellen der tiefen Töne zu verkleinern und zu verstärken. Jede Erkrankung dieses in äusserst labilem Gleichgewicht befindlichen Hebelapparates verhindert die Zuleitung und damit auch die Wahrnehmung der tiefen Töne. Die hohen Töne bedürfen, um wahrgenommen zu werden, der Vermittelung der Gehörknöchelchenkette und des Trommelfelles nicht. Eine Erkrankung dieser Theile wird also niemals die Wahrnehmung der hohen Töne beeinträchtigen. Dies wird erst dann eintreten, wenn auch die im ovalen Fenster befindliche Membran, in welche die Steigbügelplatte eingelassen ist, nicht mehr functionirt.

Unser gewöhnliches Hören findet durch die Luftleitung statt. Der kleine Bruchtheil von Wellen, der dabei die Schädeldecke trifft, gelangt nur soweit zur Wahrnehmung, als er den Schallleitungsapparat in Schwingungen zu setzen vermag. Ausser durch die Luft können unserm Ohre auch Schallschwingungen durch Vermittelung fester Körper zugeführt werden, wie zum Beispiel durch Stimmgabeln beim Aufsetzen auf den Schädel. Von den dadurch erzeugten Schwingungen werden, wie Bezold nachgewiesen hat, nur diejenigen auf die Labyrinthwassersäule übertragen und damit wahrnehmungsfähig gemacht, welche die Steigbügelfussplatte passirt haben. Schallwellen, welche das Labyrinth direct treffen, bleiben für uns unhörbar.

Die Umsetzung der Schallwellen in Tonempfindungen geht nach der Theorie von Helmholtz, welche gerade durch die Prüfungsergebnisse der Bezold'schen Tonreihe an Taubstummen sowie durch pathologisch-anatomische Befunde und experimentelle Ergebnisse gestützt wird, in folgender Weise vor sich: Die in Schwingungen versetzte Steigbügelfussplatte erzeugt Labyrinthwasserwellen. Durch diese werden die wie die Saiten eines Claviers gespannten radiären Fasern der in den Schneckenwindungen ausgespannten Membrana basilaris, auf welcher das eigentliche Hörorgan (das Corti'sche Organ) ruht, in Mitbewegungen versetzt. Jede dieser gespannten Fasern ist auf eine ganz bestimmte Tonhöhe abgestimmt und mit einer Hörzelle verbunden.

Nach den Angaben von Lucae hat man auf die 7 in der Musik gebräuchlichen Octaven 4500 Fasern gezählt. Auf jede Octave kommen

also 600 Fasern, auf jeden Halbton 50 Fasern. Es giebt ja auch Musiker, welche noch  $\frac{1}{50}$  eines Halbtones als Unterschied aufzufassen vermögen.

Trifft nun ein Ton das Ohr, so wird diejenige Faser bezw. der Fasercomplex im inneren Ohr in Mitschwingungen versetzt, welcher der gleichen Tonhöhe entspricht. Die Faser setzt die zugehörige Hörzelle in Erregung. Die Zahl der Hörzellen beträgt 16000—20000.

Jede Hörzelle steht mit einer Faser des Schneckenerven in Verbindung. Die Fasern des Schneckenerven vereinigen sich zu dem in der Schneckenwindung gelegenen Ganglion spirale, aus welchem dann der Stamm des Schneckenerven entspringt.

Der Schneckenerv ist, darüber sind sich jetzt wohl alle Forscher einig, der alleinige Hörnerv. Er verläuft schräg durch die Felsenbeinpyramide, tritt an der Hirnbasis zwischen Olive und Flocculus im sogenannten Kleinhirnbrückenwinkel in die Medulla oblongata, durchsetzt den hinteren und seitlichen Brückenrand und endet zunächst in einer grauen Masse als ventraler oder auch vorderer Acusticuskern unter dem 4. Ventrikel und in einer über dem ventralen Kern befindlichen, bei Thieren höckerförmig in den 4. Ventrikel sich vorwölbenden und deswegen als Tuberculum acusticum bezeichneten zweiten grauen Masse. In diesen beiden grauen Massen endet die primäre Hörbahn. Vom ventralen Acusticuskern ziehen die Achsencylinder der Ganglienzellen des Acusticuskernes medianwärts und bilden das Corpus trapezoideum. Von hier geht die Bahn zur oberen Olive. Zur Olive derselben Seite zieht nur der kleine Theil der Fasern, der grösste zieht zur Olive der entgegengesetzten Seite.

Hier endet das 2. Neuron der Hörnervenbahn. Die Kreuzung findet unter dem 3. Ventrikel statt.

Von den Oliven ziehen die Bahnen nach den hinteren Vierhügeln. Dieser Abschnitt der Hörbahn wird als laterale Schleife bezeichnet. Er wird verstärkt durch Faserzüge aufsteigender und absteigender Art, die vom Tuberculum acusticum um das Corpus restiforme herum dicht unter dem Ependym des 4. Ventrikels als Striae acusticae entlang ziehen, sich an verschiedenen Stellen in der Nähe der Raphe am Rautengrubenboden einsenken, in der Raphe nach vorn ziehen, diese überschreiten und dann die laterale Schleife bilden helfen. Von den hinteren Vierhügeln ziehen die Fasern durch den hinteren Vierhügelarm zum medialen Kniehöcker, von da über den hintersten Abschnitt des Sehhügels hinweg durch den hinteren Schenkel der inneren Kapsel zum Schläfenlappen. Hier enden sie in der obersten Windung.

Von den Veränderungen, welche sich im Labyrinth und im be-

sonderen in der Schnecke abspielen können, sind, soweit der Nervenarzt sie zu beurtheilen in die Lage kommt, die häufigsten und praktisch wichtigsten diejenigen, welche nach Schädelverletzungen und Erschütterungen des ganzen Körpers beobachtet werden.

Die frischen Verletzungen kommen fast stets in die Behandlung des Chirurgen und sind infolge der meist gleichzeitig vorhandenen auffälligen Nebenerscheinungen (Blutung aus den Ohren, Abfluss von Gehirnflüssigkeit, Nystagmus) leicht zu beurtheilen.

Schwieriger ist die Frage, ob die nach Ablauf der frischen Erscheinungen einer Schädelverletzung oft noch lange Zeit später von dem Verletzten vorgebrachten Klagen über Schwindel, Schwerhörigkeit und Kopfschmerzen begründet sind oder nicht?

Die Beurtheilung dieser Beschwerden wird meist dem Nervenarzt zufallen.

Den allgemeinen Klagen über Kopfschmerzen und Schwindel wird eine Berechtigung nicht abgesprochen werden können, wenn sich nachweisen lässt, dass der Unfall eine Labyrinthschädigung zur Folge gehabt hat. Das Labyrinth ist nämlich ein äusserst feines Reagenz für die Stärke von Kopferschütterungen, auch da, wo das Gehör für Sprache nicht oder nur wenig gelitten hat. Grundsätzlich soll man daher bei jeder Schädelverletzung oder allgemeinen Erschütterung die Ohren untersuchen. Wie statistische Untersuchungen ergeben haben, wird das innere Ohr bei Schädelgrundbrüchen fast immer geschädigt. Es kommen allerdings auch seltene Fälle vor, bei denen das innere Ohr nicht beschädigt ist und dennoch eine Verletzung des das innere Ohr beherbergenden Felsenbeines, insbesondere der halbcirkelförmigen Kanäle, stattgefunden hat. Hierbei möchte ich erwähnen, dass die längere Zeit nach dem Unfall vorgebrachten Klagen über Schwindel meist nicht Folge einer Verletzung der halbcirkelförmigen Kanäle sind, wie häufig von den Gutachtern angenommen wird, sondern Erscheinungen eines cerebralen Reizzustandes.

Eine Schädigung der halbcirkelförmigen Kanäle hat unmittelbar nach dem Unfall Gleichgewichtsstörungen zur Folge. Erfahrungsgemäss verlieren dieselben sich aber sehr bald.

Die Verletzung der Schnecke bedingt Hörstörungen verschiedenster Art, die mit Sicherheit und in ihrem vollen Umfange nachzuweisen nur mittelst der Bezold'schen continuirlichen Tonreihe gelingt.

Pathologisch-anatomisch liegt einer Schädigung des Labyrinthes entweder ein Felsenbeinbruch zugrunde oder, wenn die Labyrinthkapsel nicht zersprengt ist, eine Blutung in das Labyrinth oder als schwächste Folgeerscheinung eine sogenannte Labyrintherschütterung. Bei letzterer

können die Hörstörungen erst einige Zeit nach dem Unfall sich einstellen.

Bei Sprengung der Labyrinthkapsel infolge Felsenbeinbruches zerreißt das häutige Labyrinth, die Hohlräume füllen sich mit Blut und es tritt Granulationsgewebe auf, welches zu bleibender Ausfüllung der Labyrinthhöhle mit Bindegewebe und zu dauerndem Hörverlust führt.

Eine Labyrintherschütterung nehmen wir dann an, wenn es nach Gewalteinwirkungen auf den Schädel oder allgemeinen Erschütterungen zu Hörstörungen vom Charakter der gleich zu beschreibenden Labyrinth-Hörstörungen gekommen ist, ohne dass sich bei der Section, wenn die Verletzten an den Folgen der anderen Verletzungen starben, die Hörstörungen erklärende, anatomische Veränderungen nachweisen lassen. Die einzigen histologischen Befunde bei Labyrintherschütterungen, welche wir Barnick verdanken, bestehen in mässigen Blutungen in den Stamm des Acusticus, in den Rosenbach'schen Kanal und zwischen die Blätter der Lamina spiralis ossea. Dadurch lassen sich aber die schweren Hörstörungen nicht erklären. Schwarze hat deswegen angenommen, dass die Hörstörungen bei der Labyrintherschütterung Folge eines durch Vasomotorenlähmung hervorgerufenen Oedems sind.

Mir erscheint es wahrscheinlicher, dass bei der Erschütterung Structurveränderungen der sehr empfindlichen Hörzellen eintreten, die in dem einen Fall sich zurückbilden, sodass das Hörvermögen wiederkehrt, in andern Fällen aber, je nach ihrer Stärke in regressiven Veränderungen übergehen und zur Degeneration der Hörelemente führen. Dies ist freilich nur eine Hypothese, sie findet aber ihre Analogie in den nach Hirnerschütterung beobachteten Veränderungen an den Ganglienzellen der Hirnrinde.

Welche dieser anatomischen Veränderungen durch die Verletzungen hervorgerufen sind, kann man an dem Ausfall der Hörprüfung vermittelst der Tonreihe nicht erschliessen. Wie fällt nun die Hörprüfung bei Verletzung des inneren Ohres aus?

Jeder Abschnitt des Hörfeldes, von den tiefsten bis zu den höchsten Tönen, kann vernichtet sein. Erfahrungsgemäss ist aber bei allen Schädigungen des Labyrinthes, auch wenn dieselben vom Mittelohr ausgehen, die Wahrnehmung der höchsten Töne beeinträchtigt. Dies liegt daran, dass Eiterungen und Entzündungen des Mittelohrs durch das Fenster der Felsenbeinpyramide sich zunächst auf die benachbarte untere Schneckenwindung fortpflanzen. Diese wird auch bei Schädelgrundbrüchen zunächst und am heftigsten beschädigt.

In der unteren Schneckenwindung befinden sich aber die der Wahrnehmung hoher Töne dienenden kurzen Fasern der Membrana basilaris.



Die langen Fasern, welche uns die Wahrnehmung der tiefen Töne vermitteln, sitzen in der von ausserordentlich festen Knochenmassen umgebenen, daher weniger Sprüngen ausgesetzten und auch vom Mittelohr entfernteren Schneckenkuppel.

Weil in Folge dessen in den meisten Fällen die hohen Töne beeinträchtigt sind, ist die Anschauung entstanden, dass bei Schädigungen des inneren Ohres nur die Wahrnehmung der höchsten Töne gestört sei. Dies ist, wie gesagt, zwar meist der Fall, es kann aber auch die Wahrnehmung der mittleren und tieferen Töne geschädigt sein. Bei Mittelohrkrankungen können aber nur die tiefen, niemals die hohen beeinträchtigt sein.

Bemerkenswerth ist auch das Verhalten der Knochenleitung. Die auf den Kopf gesetzte tönende Stimmgabel wird in das gesunde Ohr verlegt, oder, wenn beide Ohren geschädigt sind, in das weniger befallene Ohr. (Weber'scher Versuch.) Die Knochenleitung ist verkürzt, (Schwäbach'scher Versuch), jedenfalls darf sie niemals verlängert sein. Letzteres deutet unter allen Umständen auf eine Schädigung des Mittelohrs.

Schliesslich wird die auf den Warzenfortsatz gesetzte Stimmgabel, wenn sie dort abgeklungen ist, in Luftleitung noch gehört wie beim Gesunden. Der Rinne'sche Versuch fällt also positiv aus.

Dies erklärt sich daraus, dass bei einer Schädigung des inneren Ohres sowohl die Knochen- wie die Luftleitung verkürzt ist, also auch ihr Verhältniss wie beim Gesunden bleibt.

Ein scheinbar negativer Ausfall dieses Versuches, d. h. eine Verlängerung der Knochenleitung kann dadurch vorgetäuscht werden, dass die auf den Warzenfortsatz eines Ohres aufgesetzte tönende Stimmgabel in das andere gesunde Ohr durch die Knochen hinüber gehört wird, dagegen durch die Luftleitung nicht. Wenn man aber nachfragt, geben die Untersuchten meist an, dass sie die Stimmgabel in das gesunde Ohr hinüber hören.

Manchmal wird auch von unintelligenten Leuten das Gefühl der vibrirenden Stimmgabel als Ton gedeutet und angegeben.

Um es noch einmal kurz zusammenzufassen:

- I. Erkrankung des Mittelohres liegt vor, wenn
  1. Flüstersprache, namentlich für Zahlen mit tiefen Sprachlauten, wie z. B. 5, 8, 9 100 herabgesetzt ist,
  2. bei der Prüfung mit Stimmgabeln die Luftleitung für die tiefen Töne in mehr oder minder grosser Ausdehnung aufgehoben ist,
  3. die auf den Scheitel ohne Gewichtsbelastung aufgesetzte Stimm-

gabel in dem Ohre stärker gehört wird, welches sich bei Prüfung mit Flüstersprache als schwerhörig gezeigt hat,

4. die auf den Kopf ohne Gewichtsbelastung aufgesetzte tönende Stimmgabel länger vernommen wird als bei Gesunden, z. B. als vom Scheitel des Untersuchers aus (Schwabach +),

5. die vor dem Ohr verklungene belastete Stimmgabel nach Aufsetzen auf den Warzenfortsatz des gleichen Ohres noch vernommen wird (Rinne —).

## II. Erkrankung des inneren Ohres liegt vor, wenn

1. Flüstersprache, namentlich für die Zahlen mit hohen Sprachlauten, wie z. B. 6, 7, 30, 66, 77, herabgesetzt ist. Es kann aber auch eine Schädigung des inneren Ohres vorliegen, ohne dass das Hörvermögen für Sprachlaute geschädigt ist. Allerdings kann diese Schädigung nur gering sein und sich nur auf Störungen in der Wahrnehmung der höchsten Töne erstrecken,

2. bei der Prüfung mit Stimmgabeln die Luftleitung für die hohen Töne aufgehoben ist,

3. die auf den Scheitel ohne Gewichtsbelastung aufgesetzte tönende Stimmgabel auf dem gesunden beziehungsweise besser hörenden Ohr wahrgenommen wird,

4. eine Verlängerung der Knochenleitung nicht besteht. Verkürzung der Knochenleitung ist nur bei doppelseitiger Erkrankung des inneren Ohres festzustellen, bei einseitiger wird die Verkürzung der Knochenleitungsdauer verdeckt, weil das gesunde Ohr den Ton noch wahrnimmt, wenn er auf dem erkrankten nicht mehr vernommen wird und nur wenige merken, dass sie nur noch mit einem Ohre hören,

5. die auf den Warzenfortsatz aufgesetzte belastete Stimmgabel verklungen ist und dann vor dem Ohr in Luftleitung noch gehört wird.

Habe ich diesen Ausfall der Hörprüfung bekommen, so kann ich mit Sicherheit angeben, es handelt sich um eine Erkrankung des inneren Ohres.

Schwierig wird die Beurtheilung des functionellen Hörergebnisses, wenn sich Veränderungen des Mittelohres mit Schädigungen des inneren Ohres combiniren.

Wie ist nun der Ausfall der functionellen Hörprüfung, wenn das Hörvermögen auf einem Ohr völlig vernichtet ist oder von einem Verletzten als völlig aufgehoben angegeben wird?

Theoretisch müsste man nun annehmen, dass bei völliger Taubheit eines Ohres kein Ton der gesamten Tonreihe weder durch Luftleitung, noch durch Knochenleitung wahrgenommen werden kann.

Dem ist aber nicht so. Der untere Theil der Tonreihe bis zu etwa a 1 fällt aus. Aber bei gesundem anderen Ohr werden die Töne der vor das taube Ohr gehaltenen Stimmgabel von a 1 an, von dem gesunden Ohr gehört, und zwar wächst die Stärke der Hörwahrnehmung, je weiter man in der Tonreihe nach aufwärts kommt, immer mehr. Die scheinbare Wahrnehmung der hohen Töne von dem tauben Ohr rührt davon her, dass wir nicht im Stande sind, das gesunde Ohr, auch wenn es noch so gut verschlossen gehalten wird, ganz vom Hören auszuschliessen.

Erst wenn auf dem besser hörenden Ohr die Hörschärfe auf die Hälfte der regelrechten gesunken ist, findet ein Hinüberhören nicht mehr statt.

Dieses Hörergebniss ist wiederholt von Bezold an Ohren, deren Labyrinth als Sequester sich abgestossen hatte, die also absolut taub waren, gefunden worden.

Diese Thatsache ist aber von grosser Bedeutung für die Feststellung der Simulation einseitiger Taubheit.

Der Simulant wird, wenn er einseitige Taubheit simulirt, niemals zugeben, dass er Töne auf dem angeblich tauben Ohr hört.

Wenn man nun vorher normales Hörvermögen auf dem einen Ohr festgestellt hat und der Untersuchte giebt an, auf dem anderen angeblich tauben Ohr von a 1 an aufwärts keinen Ton zu hören, so kann man mit Sicherheit behaupten, dass diese Angabe falsch ist.

Ebenso hört Jeder, der nicht doppelseitig taub oder doppelseitig hochgradig schwerhörig ist, die auf den Scheitel aufgesetzten Stimmgabeln A und a 1, also auch der wirklich einseitig Taube. Behauptet er, diese Stimmgabeln vom Scheitel aus nicht zu hören und er ist nicht völlig taub oder beiderseits hochgradig schwerhörig, so liegt gleichfalls Simulation vor. Schliesslich erweist sich auch derjenige als Simulant, welcher die Töne der Tonstrecken b 1 bis g 2 genügend lange (mindestens 10 pCt. der normalen Hördauer) wahrnimmt, Sprache aber nicht hören will.

Bei Simulation doppelseitiger Taubheit wird man auch mit der continuirlichen Tonreihe nichts erreichen, weil der zu Untersuchende sich jeder Prüfung gegenüber ablehnend verhalten wird.

Dient so die continuirliche Bezold-Edelmann'sche Tonreihe auf der einen Seite zur Entlarvung der Simulation, so hat sie auf der andern manchen der Simulation Verdächtigen von diesem Verdacht gereinigt.

Wir wissen aus dem oben Gesagten, dass Jemand für Sprache taub sein und dennoch eine grosse Anzahl Töne wahrnehmen kann, dass ferner die Wahrnehmung einzelner Worte erhalten, die anderer

gestört sein kann, je nachdem die Sprachlaute, welche das Wort bilden, in den Bereich der geschädigten Strecke fallen oder nicht. So kann Jemand die Zahl sieben z. B. sehr gut hören, die Zahl 100 aus derselben Entfernung aber nicht vernehmen, weil die Eigentöne der Sprachlaute der Zahl sieben andere sind als die der Zahl 100. Ein Mann, der dies Verhalten bietet, darf also nicht ohne Weiteres als Simulant angesehen werden.

Es wäre noch schliesslich einer Hörstörung zu gedenken, bei welcher die Schwerhörigkeit oft nur eine geringe ist, welche aber den Patienten durch subjective Geräusche (Sausen, Sieden) sehr peinigt, und, falls ein Unfall vorangegangen ist, als Unfallfolge hingestellt wird: Ich meine die sogenannte Otosklerose, einen Knochenwucherungsprocess, bei welchem es zur theilweisen oder völligen Verknöcherung der Steigbügelfussplatte kommt. Hierbei zeigt das Trommelfell regelrechtes Aussehen, die Tube ist durchgängig und es liegt deswegen die Annahme nahe, dass es sich um eine Erkrankung des inneren Ohres handele. Häufig kommen diese Patienten wegen Sausens und Zischens im Ohr zum Nervenarzt, welcher dann Wochen und Monate lang ohne Erfolg behandelt.

Sind die Patienten jung, so segeln sie unter der Flagge der Neurasthenie, sind sie alt, so gelten sie als Arteriosklerotiker.

Hier entscheidet allein die Untersuchung vermittelt der Bezold'schen Tonreihe. Sie ergiebt Einengung der unteren Tongrenze und Verlängerung der Knochenleitung. Es handelt sich also um einen krankhaften Process im Mittelohr, der in das Gebiet des Ohrenspecialisten gehört.

Welche krankhaften Veränderungen können sich nun am Stamm des Schneckenerven abspielen?

Abgesehen von den nach Felsenbeinbrüchen beobachteten Zerreissungen und Quetschungen des Hörnerven sowie den acut und chronisch entzündlichen Veränderungen auf infectiöser, constitutioneller oder toxischer Grundlage, die für den Nervenarzt weniger in Frage kommen, sind es namentlich die degenerativen Erkrankungen des Hörnerven, die das meiste Interesse vom Nervenarzt beanspruchen. Primär findet sich die Degeneration als Ursache der erblichen progressiven Schwerhörigkeit, secundär in Folge Verengerung der Arteria basilaris oder auditiva interna, nach encephalitischen Processen im Bereich der Kerne und Wurzeln der Hörnerven, als Theilerscheinung der Taubstummheit, alsluetische Erkrankung, in 2—10 pCt. der Fälle von Tabikern und schliesslich als Druckwirkung von Geschwülsten.

Es handelt sich bei den letzteren namentlich um die sogenannten

Kleinhirn-Brückenwinkelgeschwülste, die in dem Raum zwischen Brücke, Medulla oblongata und Kleinhirn zur Entwicklung gelangen und sich meistens als Neurofibrome, Gliome, Sarkome und Gummigeschwülste charakterisiren.

Die Taubheit bzw. Schwerhörigkeit ist hierbei einseitig und zwar auf derselben Seite, auf welcher sich die Erkrankung des Hörnervenstammes abspielt.

Auch in ihrem weiteren Verlauf, von den primären Acusticuskernen bis zur Rinde des Schläfenlappens, kann die Hörbahn geschädigt werden, und zwar ausser durch Geschwülste des Kleinhirns, der Brücke und durch Hydrocephalus, vor allen Dingen durch die Geschwülste der Vierhügelgegend. Diese Geschwülste haben denselben pathologischen Charakter wie die eben beschriebenen des Hörnervenstammes. Sie gehen auch häufig von der Zirbeldrüse aus und greifen auf die Vierhügelgegend über. Dabei genügt es aber, um Hörstörungen zur Folge zu haben, nicht, dass nur das Vierhügeldach ergriffen wird, sondern die krankhafte Veränderung muss auch die seitlich und etwas tiefer dahinziehende Schleifengegend der Vierhügelhaube ergriffen haben.

Das Hörvermögen zeigt sich bei Erkrankungen dieses Abschnittes der Hörbahn, da die Leitungsbahnen sich in ähnlicher Weise wie die des Sehnerven bereits gekreuzt haben, doppelseitig gestört und zwar wird, da die Mehrheit der Fasern nach der gegenüberliegenden Seite zieht, der stärkere Grad der Hörstörung auf der dem Herd gegenüberliegenden Seite liegen müssen. Da aber in der Vierhügelgegend beide Bahnen dicht bei einander liegen, so werden in Wirklichkeit meist beide Bahnen geschädigt und es kommt meist zu doppelseitiger Taubheit (sogenannter Mittelhirntaubheit. Die Diagnose wird durch die gleichzeitigen Störungen von Seiten anderer Hirnnerven gestellt (Augenmuskelstörungen, Sprachstörungen, Ataxie).

Sowohl bei den Erkrankungen des Hörnervenstammes wie auch der weiteren Hörbahn hat man geglaubt, bestimmte gesetzmässige Veränderungen des Hörfeldes feststellen zu können. So behaupten die einen z. B., Gradenigo und Rosenstein, bei Erkrankungen des Acusticusstammes werde die Hörschärfe für die mittleren Töne geschädigt. Wittmaack fand dagegen Ausfall der hohen und höchsten Töne. Uebereinstimmende Erfahrungen über den Ausfall der functionellen Hörprüfung bei Schädigungen des Acusticusstammes sind aber noch nicht erzielt worden.

Nach Bezold ist bei Erkrankung der Vierhügelgegend die Hörwahrnehmung durch die Luft zuerst für die tiefen Töne herabgesetzt. Im weiteren Verlaufe eines Falles fand sich eine fortschreitende Ein-

engung sowohl von der oberen wie von der unteren Seite her und schliesslich blieb nur eine Insel übrig, wie sie meist bei den hochgradigsten Erkrankungen des schallempfindenden Apparates — sowohl des Nervenstammes wie des Labyrinthes — beobachtet wird. Ebenso hat Siebenmann bei einem vorzüglich beobachteten Fall von Erkrankung der Vierhügelgegend gerade die tiefen Töne beeinträchtigt gefunden. Die bisher beobachteten Fälle genügen aber noch nicht, um charakteristische Veränderungen des Hörfeldes bei Erkrankung der centralen Hörbahn aufstellen zu können, so dass man mit einer gewissen Sicherheit bei ihrem Vorhandensein auf Affectionen der centralen Hörbahn schliessen kann. Noch unsicherer sind unsere Kenntnisse über das Verhalten des Hörvermögens bei Erkrankungen des Schläfenlappens und des in der Rinde desselben gelegenen Hörcentrums. Es ist nicht anzunehmen und auch nicht beobachtet, dass Schläfenlappenabscesse einer Seite Taubheit der Seite des Krankheitsherdes gegenüberliegenden Ohres zur Folge haben, da ja die centrale Hörbahn von der Kreuzung im Mittelhirn an Fasern beider Hörnerven enthält. Gekreuzte Schwerhörigkeit ist mehrere Male beobachtet worden. Wernicke sah doppelseitige Taubheit bei gummösen Veränderungen in beiden Schläfenlappen.

In die Rinde des Schläfenlappens wird sowohl das allgemeine Hörcentrum und in die Rinde des linken Schläfenlappens auch das Centrum für die Wortklangbilder verlegt, dessen Schädigung zur sensorischen Aphasie führt. In wie weit sich das allgemeine Hörcentrum mit dem acustischen Sprachcentrum deckt, ist noch nicht entschieden. Methodische Untersuchung bei Herden in dieser Gegend mittelst der Bezold'schen Tonreihe und Vergleich des Ausfalles der Hörprüfung mit dem Sectionsbefund könnten vielleicht zur Entscheidung dieser Frage beitragen.

Bei einseitiger Schädigung des Hörcentrums muss theoretisch Herabsetzung des Hörvermögens auf beiden Ohren und zwar vorwiegend auf der dem Krankheitsherd entgegengesetzten Seite auftreten.

Eine dauernde Herabsetzung des Hörvermögens bei einseitigen Herden dieser Gegend ist bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

Das Verhalten des Hörvermögens für alle Töne der Tonreihe bei der sogenannten subcorticalen sensorischen Aphasie ist ebenfalls noch nicht genau studirt. Bei dieser Erkrankung sieht man häufig, wenn sie den linken Schläfenlappen befallen hat, neben der Worttaubheit auch die Unfähigkeit, musikalische Erzeugnisse zu verstehen. Liepmann hat gefunden, dass Worttaubheit bestehen

kann, ohne dass das Hörvermögen für Töne soweit geschädigt ist, dass die Aufhebung des Sprachverständnisses erklärlich wird.

Wie Freund nachgewiesen hat, kann subcorticale sensorische Aphasie durch doppelseitige Labyrinthkrankung vorgetäuscht werden.

Ueber die Folgen der isolirten Erkrankung der rechten oberen Schläfenwindung bestehen überhaupt noch keine brauchbaren Mittheilungen, aus denen man auf das Verhalten des Hörvermögens schliessen kann.

Wir sehen also, dass die Ergebnisse der functionellen Hörprüfung bei den Erkrankungen der einzelnen Abschnitte der Hörbahn noch nicht derart gesichert sind, dass aus ihnen der Schluss gezogen werden kann, welcher Theil des schallempfindenden Apparates erkrankt ist. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass sorgfältige, methodische functionelle Prüfungen des Hörvermögens bei fast allen Erkrankungen, welche mit Hörstörungen einhergehen, unsere Kenntnisse über die Physiologie und die Pathologie des Hörens soweit erweitern, dass wir aus dem Ausfall der Hörprüfung erkennen können, welche Abschnitte der gesammten Hörbahn von der Schnecke bis zur Hirnrinde und bis zu welchem Grade dieselben geschädigt sind.

Zum Schluss möchte ich noch die Untersuchungen von Wanner und Gudden erwähnen, welche mir von ausserordentlich praktischer Wichtigkeit zu sein scheinen. Diese beiden Forscher haben nämlich Folgendes gefunden:

Bei gewissen Erkrankungen des Schädelknochens oder Gehirns lässt sich eine wesentliche Verkürzung der Knochenleitung bei regelrechtem Hörvermögen für Luftleitung feststellen. Da diese Verkürzung der Knochenleitung sich bei Erkrankungen fand, bei welchen erfahrungsgemäss eine organische Veränderung im Gehirn angenommen werden muss, wie bei der cerebralen Kinderlähmung, der progressiven Paralyse, der Epilepsie, der Lues, dem chronischen Alkoholismus oder bei anscheinend rein functionellen nervösen Störungen, bei denen aber die Section organische Veränderungen (Verwachsungen der Dura mit dem Schädeldach) ergab, so ist man nach Wanner und Gudden berechtigt, eine organische Veränderung im Schädelinnern anzunehmen, wenn die Knochenleitung wesentlich verkürzt, die Luftleitung regelrecht erhalten ist. Wesentlich ist die Verkürzung, wenn sie für die Stimmgabeln A und a 1 mindestens 4 bezw. 2 Secunden beträgt. Geringe Schwankungen der Knochenleitungsdauer kommen nämlich auch unter gesunden Verhältnissen vor. Durch Aufsetzen der tönenden Stimmgabeln auf verschiedenen Stellen des Schädels und Bestimmung der Punkte, von

welchen aus die Verkürzung der Knochenleitung abnimmt, ist sogar eine gewisse Flächenlocalisation der Veränderungen ermöglicht.

Das Fehlen der Verkürzung der Knochenleitungsdauer bei regelrechter Luftleitungsdauer gestattet selbstverständlich nicht den entgegengesetzten Schluss, dass organische Veränderungen nicht vorliegen.

Wir haben sonst kein Mittel diese Verwachsungen nachzuweisen und die mit ihnen Behafteten wurden früher, da sie meist über Kopfschmerzen und Schwindel klagten, entweder für Simulanten angesehen oder in den grossen Topf der traumatischen Neurosen geworfen. Unter dieser Diagnose sind sie auch veröffentlicht.

Da wir aber unter Neurose eine rein functionelle Erkrankung verstanden wissen wollen, so dürfen solche Fälle unter diesen Krankheitsbegriff nicht eingereiht werden.

Wir werden, glaube ich, schliesslich dahin kommen, nur noch von functionellen und organischen Erscheinungen einer Krankheit zu sprechen und als funktionell nur das anzuerkennen, was primär rein psychisch bedingt ist.

Wenn wir also als reine traumatische Neurosen nur die Krankheitsbilder anerkennen, bei denen das Primäre die psychischen Vorgänge bilden, nur dann können wir verstehen, warum die traumatischen Neurosen bei oft nur geringen körperlichen Verletzungen einen so schweren und hartnäckigen Verlauf nehmen.

Bei den reinen traumatischen Neurosen kann nun das Hörvermögen bei Prüfung vermittelt der Bezold-Edelmann'schen Tonreihe auch ein charakteristisches Verhalten zeigen.

Da in der Litteratur derartige Fälle noch nicht beschrieben sind, so habe ich eine ganze Reihe derselben untersucht. Das Resultat ist folgendes.

Knochen- und Luftleitungsdauer können verkürzt sein und zwar umso mehr, je länger die Untersuchung dauert. Die Stärke der Verkürzung hängt von dem jeweiligen psychischen Zustande ab. Sie ist an den einzelnen Tagen keine constante. Es handelt sich offenbar um Ermüdungserscheinungen.

Meine Herren! Sie können mir entgegen, diese Untersuchungen sind Sache des Ohrenarztes.

Gewiss! Zur Feststellung der am Trommelfell und Mittelohr sich abspielenden Veränderungen bedürfen wir der Unterstützung des Ohrenspecialisten, die Untersuchung des inneren Ohrs gehört aber in das Grenzgebiet, auf dem beide beschlagen sein müssen, wie ja auch der Nervenarzt die Handhabung des Augenspiegels verstehen und die am Augenhintergrund sich abspielenden Veränderungen kennen muss.



Im Interesse des Gesammturtheils, das ja auf viele Einzelbeobachtungen sich gründet, liegt es, wenn diese Beobachtungen möglichst von einer Person gemacht und dadurch gleichmässig bewerthet werden.

Auch die beste Beschreibung giebt uns kein so klares Bild von dem Verhalten des Untersuchten bei der Untersuchung wie die eigene Beobachtung.

Da aber in unsern besten Lehrbüchern die Beschreibung der functionellen Prüfung des Hörvermögens und die Ergebnisse dieser Untersuchungsmethode noch recht stiefmütterlich behandelt sind, der vielbeschäftigte Practiker wohl das Bedürfnis, nicht aber immer Zeit und Gelegenheit hat, sich über complicirte Untersuchungsmethoden zu orientiren, welche dem Grenzgebiet mit einem andern Specialfach angehören, so habe ich geglaubt die Gelegenheit wahrnehmen zu dürfen, diese Untersuchungsmethode vor einem grösseren Forum vorzutragen. Die häufigere Anwendung derselben wird vielleicht manchen wissenschaftlichen Beitrag zur Kenntnis der Physiologie und Pathologie der Hörwahrnehmung bringen, dem Begutachter für Unfallverletzungen ist sie aber ein wichtiges Hilfsmittel zur Feststellung, ob und inwieweit die beklagten Beschwerden berechtigt sind oder nicht.

### Literaturverzeichniss.

- Alt, Pathologie der Luftdruckerkrankung des Gehörorganes. Vers. d. Deutsch. otol. Gesellschaft. Dresden 1897.
- Alt, Ueber apoplectiforme Labyrinthkrankungen bei Caissonarbeitern. Z. f. O. 29. Bd. S. 235.
- Alt, Vers. d. Naturf. u. Aerzte in Karlsbad. Z. f. O. 42.
- Bezold, Lehrbuch der Ohrenheilkunde. Wiesbaden 1906.
- Bernhardt, Die Verletzungen des Gehörorgans, besonders auch ihre Beziehungen zum Nervensystem. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen. 3. Folge. XXV. Bd. Supplement-Heft 1903.
- Bezold, Functionelle Prüfung des menschlichen Gehörorganes. Wiesbaden 1897.
- Barnick, Ueber Brüche des Schädelgrundes und die durch sie bedingten Blutungen im Ohrlabyrinth. A. f. O. 43. Bd. 1898. S. 23.
- Baginsky, Die Function der Gehörsschnecke. Virch. A. Bd. 94. S. 65.
- Bermann, Ueber traumatische Neurosen. Diss. Strassburg 1892.
- Barr, Untersuchung über die Einwirkung lauter Geräusche auf das Gehör der Kesselschmiede und anderer in lärmender Umgebung beschäftigter Arbeiter. Glasgow, Philos. Soc. März 1886. Ref. A. f. O. 24. Bd. 1887. S. 215.

- Barth, Zur Manifestation der traumatischen Hysterie am Gehörorgane. Z. f. O. Bd. 41. 1902. S. 138 u. D. med. W. 1900. No. 22.
- Blake, Ueber den Einfluss des Telephonegebrauches auf das Hörvermögen. Z. f. O. 1889. XX. Bd. S. 83.
- Buss, Beiträge zur Kenntniss der Ohr affection bei der traumat. Neurose infolge von Eisenbahnunfall (Darmstadt). Ref. Z. f. O. 22. Bd. 1892. S. 159.
- Braunstein, Ueber den Einfluss des Telephonirens auf das Gehörorgan. A. f. O. 59. Bd. 1903. S. 240.
- Blau, Beobachtungen von Erkrankungen des Labyrinthes. A. f. O. 15. Bd. 1880. S. 225.
- Bürkner, Ueber Ohrenkrankheiten bei Eisenbahnbediensteten. A. f. O. 17. Bd. S. 11. 1881.
- Bloch, Die Ermittlung einseitiger completter Taubheit. Z. f. O. Bd. 27. 1895.
- Bönningshaus, Besprechung Schäfers. Der Gehörsinn. Z. f. O. Bd. 50. 3.
- Brühl, Fünf Fälle nervöser Schwerhörigkeit. Z. f. O. Bd. 50. 4.
- Dunn, Ein Fall von Basisfractur. Z. f. O. 27. Bd. 1889. S. 12.
- Dreyfuss, Ueber den Einfluss des Chinin auf das Tonuslabyrinth. Z. f. O. 59. 3-4.
- Eysell, Fractur der Schädelbasis. Ruptur des Trommelfells nach Blutung aus dem linken Ohre. Linksseitige Facialisparalyse. A. f. O. 7. Bd. 1873. S. 208.
- Friedmann, Zur Lehre von den Folgezuständen nach Gehirnerschütterung. D. med. W. 1891. S. 1108.
- Freund, Ueber den Werth der frühzeitigen Ohruntersuchungen bei Unfallnervenkranken. Mittheilungen a. d. Heilstätte f. Unfallverletzte in Breslau. 1904.
- Frank, Lehrbuch. 1845. Fall auf den Hinterkopf. Beiderseitige Rupturen ohne Zeichen von Basisfractur.
- Friedrich, Die diagnostische Bedeutung der elektrischen Untersuchung des Gehörorganes. Z. f. O. 38. 1.
- Grazzi, Die acustischen Signale im Eisenbahndienst. XI. intern. med. Congr. in Rom. Ber. A. f. O. 37. Bd. 1894. S. 250.
- Gradenigo, Klinische Merkmale der Affectionen des Nervus acusticus. Z. f. O. 23. Bd. 1892. S. 248.
- Gradenigo, Ueber Manifestationen der Hysterie am Gehörorgan. Haug. Klin. Votr. 1896.
- Habermann, Ueber Nervenatrophie im inneren Ohr. Z. f. Heilkunde. Bd. X. 1889. S. 368. Ref. A. f. O. 31. Bd. S. 267.
- Habermann, Ein Fall von traumatischer Neurose. Ber. über d. 6. Versamml. d. D. otol. Ges. etc. Dresden 1897. S. 201.
- Halasz, Zur Lehre von der Labyrinthverletzung. Wiener med. W. 1901. No. 33.
- Hardwicke, Traumatischer Bluterguss in das innere Ohr. Ann. d. mal. de l'oreille etc. No. 2. 1884. Ref. Z. f. O. 14. Bd. 1884. S. 344.

- Hinsberg, Pathologisch-anatomische Befunde über die Ausbreitung der Eiterung in die einzelnen Theile des Labyrinthes. Z. f. O. 40.
- Hedinger, Die Ohrenkrankheiten der Eisenbahnbediensteten. Z. d. Vereins D. Eisenbahnverwaltungen. Bd. XXVII. S. 25.
- Hedinger, Die Ohrenkrankheiten der Eisenbahnbediensteten. D. med. W. 1882. No. 5. S. 63.
- Hartmann, Typen der verschiedenen Formen von Schwerhörigkeit, graphisch dargestellt. Berlin. Fischer. 1886.
- Hammerschlag, Hysterische Taubheit. M. f. O. 1899. S. 203.
- Jacoby, Ueber Schwerhörigkeit von Locomotivbeamten. A. f. O. 17. Bd. 1881. S. 258.
- Haufmann, Ueber einen Fall von completer beiderseitiger Taubheit, aufgetreten 3 Tage nach einem Fall auf das Hinterhaupt. Wiener med. Bl. 1897. No. 1—4. Ref. A. f. O. 43. Bd. 1897. S. 77.
- Klingelhöffer, Erläuterung der bei Eisenbahnbeamten infolge ihres Dienstes besonders häufig vorkommenden Krankheiten und der zur Verhütung derselben zu empfehlenden sanitätspolizeilichen Vorschriften. D. V. f. ö. Ges. XIV. S. 291.
- Knapp, A. f. A. u. O. H. I. 1871. S. 276, 279, 290, 317.
- Kock, Fall von leukämischer Blutung namentlich in die basale Schneckenwindung. Z. f. O. Bd. 504.
- Kreidl, Physiologie des Labyrinths. Versuche am Taubstummen. Pflüger's A. Bd. 51. 1892.
- Knoblauch, Ueber Störungen der musikalischen Leistungsfähigkeit in Folge von Gehirnläsionen. Inaug.-Diss. Heidelberg 1888.
- Knotz, Beobachtungen über Seh- und Hörstörungen nach Schädelverletzungen. Wiener med. Presse. 1900. No. 30, 31, 35.
- Körner, Die otitischen Erkrankungen des Hirns, der Hirnhäute und der Blutleiter. Wiesbaden 1902.
- Lachmund, Ueber nervöse Hörstörungen. Monatsschr. f. Psych. u. Neurol. 1906. Bd. XX. Ergänzungsheft.
- Lucae, Zur physikalischen Feststellung einseitiger Taubheit, resp. Schwerhörigkeit. A. f. O. 47. Bd. 1899.
- Lucae, Ueber carlöse u. traumatische Labyrinthläsionen mit besonderer Berücksichtigung der Schwindelerscheinungen etc. A. f. O. 57. Bd. 1899. S. 85.
- Lucae, Ueber den diagnostischen Werth der Tonuntersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Bezold'schen continuirlichen Tonreihe und der von mir geübten Untersuchungsmethode. A. f. O. 57. Bd. 1903. S. 205.
- Lucae, Die bei Schwerhörigen zu beobachtende gute Perception der tieferen musikalischen Töne und die physiologische und diagnostische Bedeutung dieser Erscheinung, nebst Section zweier bei Lebzeiten beobachteter Fälle. A. f. O. Bd. 15. 1880. S. 282.
- Marian, Bericht. A. f. O. 17. Bd. 1881. S. 90. Sieben Fälle von Nerventaubheit nach Trauma. Ein Hufschlag, dreimal Schlag auf den Kopf, zweimal Sturz auf den Kopf, einmal Kanonenschuss.

- Moos, Zwei seltene Fälle von mechanischer Beschädigung des Gehörorgans. Z. f. O. 13. Bd. 1884. S. 150.
- Moos, Geschichte eines Hirntumors. Z. f. O. Bd. 24.
- Mayer, Ein forensischer Fall von Labyrintherschütterung. Vierteljahrsschrift f. ger. Med. u. s. w. 1888. Bd. 15. S. 310.
- Moos, Doppelseitige Labyrinthaffection, entstanden 15 Minuten nach 30stündigem Aufenthalt in einem Taucherapparat. Ein Beitrag zur pathologischen Wirkung comprimierter Luft. Z. f. O. 13. Bd. 1884.
- Moos, Ueber die Ohrenkrankheiten der Lokomotivführer und Heizer, welche sociale Gefahren in sich bergen. Z. f. O. 9. Bd. 1880. S. 370.
- Müller, Ueber den Einfluss heftiger Geschützdetonationen auf das Ohr. Z. f. O. 34. Bd. 1899.
- Müller, Die Diagnose der traumatischen Affectionen des inneren Ohres. Charité-Annalen. 23. Jahrgang.
- Müller, Zur Diagnose der traumatischen Affectionen des inneren Ohres. Deutsche med. Wochenschr. No. 31. 1898.
- Panse, Klinisch-pathologische Mittheilungen. Arch. f. O. Bd. 59. S. 1—2.
- Passow, Untersuchungen von Ohrenkrankheiten nach Unfällen. M. f. Unfallheilkunde. 1898. S. 409.
- Pollnow, Ueber die Anforderungen an das Hörvermögen der Eisenbahnbeamten. Aerztl. Sachverst.-Zeitung. 1898. No. 20.
- Politzer, Ueber Läsion des Labyrinthes. A. f. O. 2. Bd. 1867.
- Roosa, Die Wirkung von Geräuschen auf kranke und gesunde Ohren. Z. f. O. 13. B. 1884.
- Rath, Kopftrauma und Ohrenerkrankung. Dissert. 1898.
- Schmidt, Betheiligung des Felsenbeines bei Basisfracturen. Diss. Marburg 1894.
- Siebenmann, Ueber die centrale Hörbahn und über ihre Schädigung durch Geschwülste des Mittelhirns, spec. der Vierhügelgegend und der Haube. Z. f. O. 29. B. 1896.
- Siebenmann, Ueber die centrale Hörbahn und über ihre Schädigung durch Geschwülste des Mittelhirns. Z. f. O. Bd. 29.
- Schwartz, Statistik der Fracturen der Schädelbasis. Dorpat 1872.
- Schröter, Schmidt's Jahrb. Bd. 103. S. 43. 1859. (Geheilte Basisfractur.)
- Schalle, Bericht über die Ohrenstation im Garnisollazareth zu Dresden vom 1. September 1871 bis 31. März 1874. (9 Fälle von Contusio labyrinthi.) A. f. O. 12. Bd. 1877.
- Schwabach und Pollnow, Die Ohrenkrankheiten der Lokomotivführer und Heizer. Z. f. O. 10. Bd. 1881.
- Spira, Ueber Erschütterung des Ohrlabyrinthes (Commotio lab.). Klinischer Vortr. Haug's. Bd. V. 1. 1901.
- Stein-Kopenhagen, Untersuchungen über die Hörorgane der Lokomotivführer und das Hören der acustischen Signale. Nordiskt Medicinskt Archiv. 1895. No. 8.

- Spalding, Ueber Ohrgeräusche mit dem Vorschlage einer sorgfältigen musikalischen Prüfung derselben (Schröder). Z. f. O. 47.
- Thiem, Handbuch der Unfallkrankungen. Stuttgart 1898. Ferd. Enke.
- Teichmann, Die diagnostischen und therapeutischen Besonderheiten der traumatischen Ohrenleiden. A. S. Z. 1896.
- Urbantschitsch, Ein Fall von bilateral aufgetretener Taubheit anlässlich einer geringfügigen traumatischen Einwirkung. A. f. O. 16. Bd. 1880.
- Urbantschitsch, M. f. O. 1899.
- Urbantschitsch, Beobachtungen über centrale Acusticusaffectionen. A. f. O. 16. Bd. 1880.
- Voltolini, Simulation von Schwerhörigkeit. M. f. O. 1882.
- v. Wahl, Ueber Fracturen des tymp. Theiles des Felsenbeines. Med. News. 1891. Ref. Z. f. O. 22. Bd. 1892.
- Wanner, Ueber Verkürzung der Knochenleitung bei normalem Gehör. Verh. der deutschen otol. Ges. 1900.
- Wanner und Gudden, Die Schalleitung der Schädelknochen bei Erkrankungen des Gehirns und seiner Häute. Neur. Centralbl. 1900.
- Weber, Bemerkenswerther Fall von Schädelverletzung. M. f. O. 1869. No. 8.
- Wabney, Fracturen des tymp. Theiles des Felsenbeines. Med. News. 1892. Ref. Z. f. O. 22. Bd. 1892.
- Wernicke und Friedländer, Ein Fall von Taubheit in Folge von doppelseitiger Läsion des Schläfenlappens. Fortschr. d. Med. 1883. No. 6.
- Wittmaak, Die toxische Neuritis acustica und die Betheiligung der zugehörigen Ganglien. Z. f. O. Bd. 46. 1904.
- Wiehe, Ueber Ohrenerkrankungen bei Eisenbahnbediensteten. Dissertation. Göttingen 1893.
- Wolf, O., Untersuchungen über Hörprüfung und Hörstörungen. A. f. A. u. O. 4. Bd. 1875.
- Wittmaak, Schwindel und Gleichgewichtsstörungen in differential-diagnostischer Bedeutung. Z. f. O. Bd. 50.
- Wechofsky, Prüfungen der Hördauer im Verlaufe der Tonskala bei Erkrankungen des mittleren und inneren Ohres. Z. f. O. 28.
- Zaufal, Beiträge zur Aetiologie der Felsenbeinfissuren. Wiener med. Wochenschr. 1865.
- Zaufal, A. f. O. 5. Bd. 1870.
- Zaufal, A. f. O. 7. Bd. 1873. 8. Bd. 1874.
- Zwaardemaker, Acustische Eisenbahnsignale und Gehörschärfe. Z. f. O. 28. Bd. 1896.
- Zwaardemaker, Beruf und Hörschärfe. Niederl. Ges. f. Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde. Siehe M. f. O. 1900. 34. Bd.