

Jens Ulrich • Eckhard Hoffmann

Hörakustik 3.0

Theorie und Praxis

Leseprobe / Kapitelauszüge.

Hörakustik 3.0 – Theorie und Praxis (HTP 3.0)

von Jens Ulrich und Eckhard Hoffmann (3. Auflage, Januar 2017)

DIN A4, über 1.400 Seiten, Hardcover, gebunden, farbig bebildert

ISBN 978-3-942873-36-9

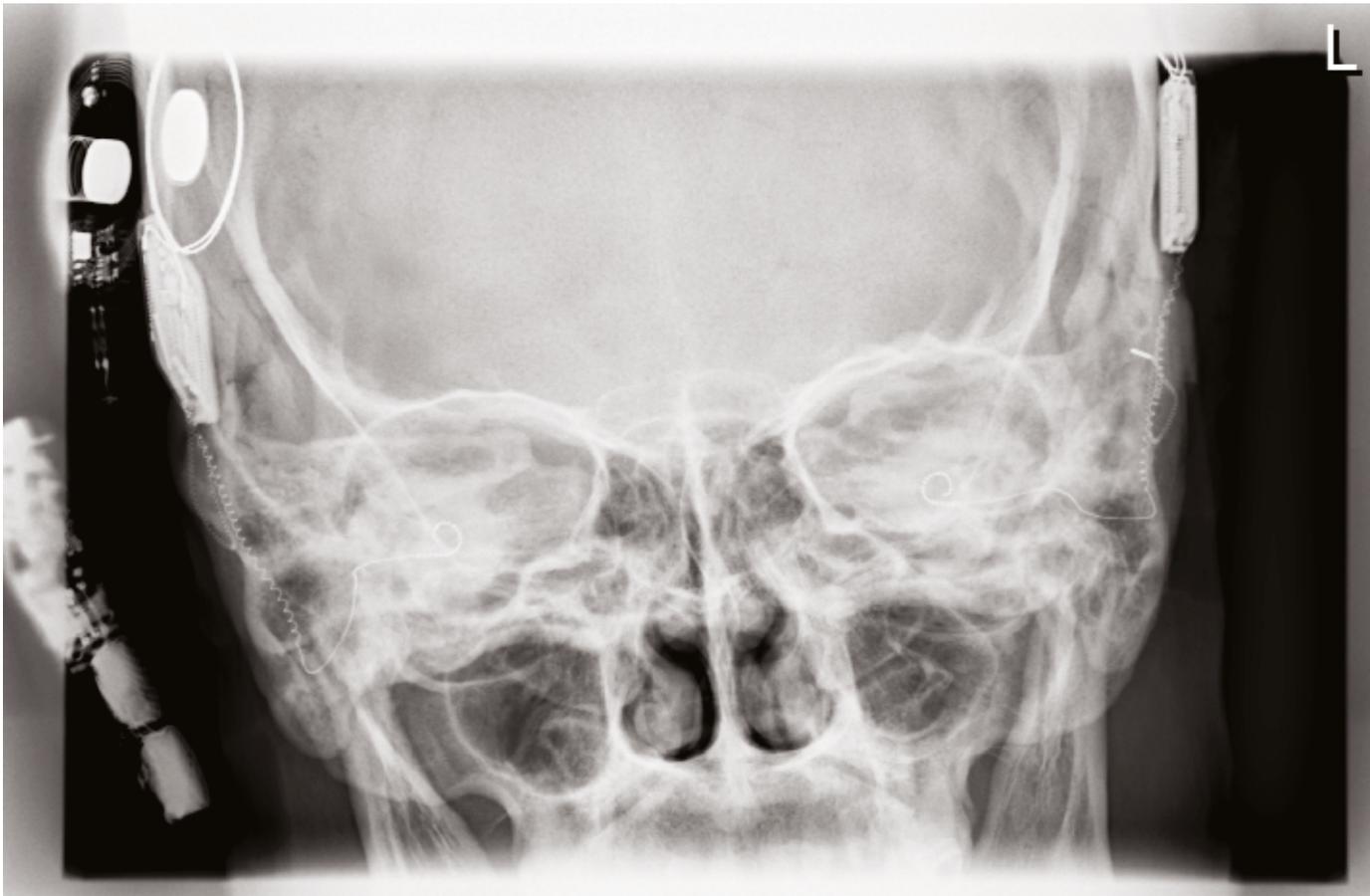
€ 240,-- (inkl. 7% MwSt., zzgl. Versandkosten)

Erhältlich auch direkt über: www.acousticon.de



$$U = R \cdot I$$

OPERATIONEN AM OHR



Die beiden Elektroden der Cochlea-Implantate und ihre Positionierung in der Cochlea sind gut zu erkennen, ebenso weitere Bauteile der CIs. Mit Hilfe des Röntgenbildes kann intraoperativ bei einer CI-Implantation die Lage des Implantats kontrolliert werden. Bild: P. R. Issing, HNO-Klinik Bad Hersfeld

5. OPERATIONEN AM OHR

Nadel und Faden

Auch in der Medizin wird mit Nadel und Faden genäht, wobei Nadel und Faden eine Einheit bilden und die Nadel am Ende abgeschnitten wird. Es gibt zahlreiche Nadelformen und Querschnitte, ebenso vielfältig ist das Angebot an Fäden mit unterschiedlicher Dicke und Eigenschaften. Man unterscheidet resorbierbare von nicht-resorbierbaren Fäden. Resorbierbare Fäden lösen sich im Laufe von Wochen bis Monaten im Körper auf. Die Naht hat meist nur eine zeitlich begrenzte Halteaufgabe. Wenn Wundränder spannungsfrei und eng aneinanderliegen, kann der Körper schneller eine Gewebebrücke bilden und die Wunde verschließen. Unnötig im Körper verbliebenes Nahtmaterial stellt ein Entzündungsrisiko dar. Die nicht resorbierbaren Fäden von Hautnähten werden daher (je nach Region) 4 – 14 Tage nach der Operation wieder gezogen.

Präoperativ:

Grundvoraussetzung für eine Operation ist eine **angemessene Indikation** zur Durchführung der OP. Manche Krankheitsbilder lassen sich nur durch eine Operation adäquat therapieren (z. B. ein Cholesteatom), bei anderen hängt die Indikation stark vom Krankheitsverlauf ab (Parazentese, Paukendrainage).

Für Indikationsstellung liefern die **Anamnese** und die erhobenen **diagnostischen Befunde** die entscheidenden Informationen. Eine gründliche Anamnese gibt wichtige Hinweise auf das vorliegende Krankheitsbild. Die Diagnostik wird dann zielgerichtet eingesetzt, um ein Krankheitsbild zu diagnostizieren und differentialdiagnostisch andere Krankheitsbilder auszuschließen. Die diagnostischen Methoden in der HNO reichen von der Ohrmikroskopie, orientierenden Stimmgabelversuchen, audiologischen Tests, bildgebenden Verfahren (wie Röntgen, Kernspintomographie), Bluttests (z. B. zum Ausschluss von bestimmten Infektionskrankheiten bei einem Hörsturz) bis hin zu mikrobiologischen Tests (z. B. Abstriche bei Infektionen).

Ist die Indikation für eine Operation gegeben, so ist der Patient über die geplante Operation mit ihren **Risiken in verständlicher Sprache aufzuklären** und seine Einwilligung (bzw. die Einwilligung der Eltern) wird schriftlich dokumentiert. Da ein ärztlicher Heileingriff den Tatbestand der Körperverletzung erfüllt, darf dieser **nicht ohne ausdrückliche Einwilligung** geschehen. Es werden daher gewisse Anforderungen an das ärztliche Aufklärungsgespräch gestellt. Bei Notfällen kann ein sofortiges Handeln notwendig sein und ist dann auch gedeckt.

Je nach Umfang des geplanten operativen Eingriffs erfolgt anschließend die OP-Planung, die u. U. weitere medizinische Untersuchungen (z. B. für die Anästhesie), die Terminierung der Operation (Operateur, Klinikbett, Operationsaal...) und die technischen Vorbereitungen (passender Instrumentensatz im OP, evtl. Implantat etc.) einschließt.

Operation:

Der Patient wird im Vorfeld darüber aufgeklärt welche Vorbereitung seinerseits für die geplante Operation notwendig ist. Dazu zählt z. B. die **Nahrungskarrenz** in den Stunden vor der OP, der **Verzicht auf Acetylsalicylsäure** im Vorfeld (Aspirin, hemmt die Blutgerinnung), **Nikotinverzicht** etc.

Die meisten Ohroperationen finden in einem Operationsaal statt (von kleinen Eingriffen wie Parazentese etc. einmal abgesehen). Um Wundinfektionen zu vermeiden, wird auf ein steriles Umfeld und ein **steriles Arbeiten** geachtet. Dies reicht von den sterilisierten Instrumentenkästen, in denen ein auf eine bestimmte Operation abgestimmter Instrumentensatz zusammengestellt ist bis hin zur Operationskleidung (und den Vorschriften, wie diese unter Wahrung der Keimfreiheit anzulegen ist). Die sterilen Operationshandschuhe schützen hierbei nicht nur den Patienten, sondern auch den Operateur vor einer Infektion.

Wird der Eingriff unter Lokalanästhesie durchgeführt, so setzt bei HNO-Operationen der Operateur selbst die Lokalanästhesie, bei einer Allgemeinanästhesie leitet ein Anästhesist die Narkose ein, überwacht diese und die Beatmung des Patienten während der Operation und leitet die Narkose am Ende des operativen Eingriffs auch wieder aus.

Der Patient wird im OP-Saal auf dem Operationstisch so gelagert, dass der Operateur einen **guten Zugang zum Operationsfeld** hat. Das OP-Feld wird abgedeckt und die umliegende Haut desinfiziert. Das Vorgehen während der Operation, beginnend von der Schnittführung bis hin zum Umfang der Operation, hängt einerseits von den präoperativ erhobenen Befunden und andererseits von dem intraoperativ sich bietendem Befundbild ab.

Postoperativ wird der Patient in Abhängigkeit von der durchgeführten Anästhesie und der Operation mit ihren typischen Risiken **engmaschig überwacht**. Um Infek-

tionen zu vermeiden, erhält der Patient unter Umständen eine **postoperative Antibiose**. Diese kann entweder systemisch per Infusion verabreicht werden, oral in Tablettenform oder lokal, z. B. in Form von einer entsprechend getränkten Tamponade. Bei Ohroperationen wird der Gehörgang postoperativ häufig mit einer Tamponade verschlossen, die dann einige Zeit im Gehörgang verbleibt. Es erfolgen nach einer Operation **regelmäßige Kontrollen des Operationsergebnisses**. Die nicht resorbierbaren Hautfäden werden nach 4 – 14 Tagen postoperativ wieder gezogen.

Anästhesie

Durch die Anästhesie wird im Operationsgebiet ein Zustand der **Empfindungs- und Schmerzlosigkeit** erreicht, die dem Operateur die Durchführung der Operation ermöglicht. Dies kann entweder lokal begrenzt mittels der Lokalanästhesie erfolgen oder bei Anwendung der Allgemeinanästhesie den gesamten Patienten einbeziehen.

■ Lokalanästhesie

Bei der Lokalanästhesie wird die Weiterleitung der Schmerzinformationen durch Nerven unterbrochen. Hierbei blockieren die Lokalanästhetika die spannungsabhängigen Natriumkanäle, verhindern so in einem lokal begrenzten Bereich eine Auslösung von Aktionspotenzialen und unterbrechen damit die Reizweiterleitung. Ein typischer Vertreter der Lokalanästhetika ist z. B. Lidocain. Der Vorteil der Lokalanästhesie liegt in der geringeren Belastung des gesamten Organismus. Sie setzt jedoch eine gewisse Kooperationsbereitschaft des Patienten voraus und stößt bei Kindern daher schnell an Grenzen.

■ Allgemeinanästhesie

Bei der Allgemeinanästhesie (auch Narkose genannt) wird durch Medikamente ein Schlafzustand des Organismus induziert. Dieser ermöglicht dem Operateur die Durchführung einer Operation ohne Schmerz- oder Abwehrreaktionen des Patienten. Es kommen zu Einleitung und Aufrechterhaltung der Narkose verschiedene Medikamente und Substanzen zum Einsatz, die intravenös oder inhalativ verabreicht werden. Verwendet werden Hypnotika und Inhalationsanästhetika zum Bewußtseinsverlust, Analgetika zur Unterdrückung von Schmerzen und Muskelrelaxantien zur Relaxation (Entspannung) der Muskulatur. Der Anästhesist hat hierbei eine Palette von Substanzen zur Auswahl und setzt diese in Abhängigkeit vom Alter des Patienten, seiner Vorerkrankungen und der Art der Operation ein. Da durch die Relaxation der Muskulatur auch die Atemmuskulatur beeinträchtigt wird, ist zudem bei der Vollnarkose eine kontrollierte Beatmung des Patienten notwendig. Hierzu wird ein Tubus in die Luftröhre eingeführt, über den die Beatmung erfolgt. Während der Operation werden zur Kontrolle der Narkose und der Vitalfunktionen diverse Parameter wie EKG und Sauerstoffgehalt des Blutes gemessen.

Überraschung im Mittelohr

Intraoperativ können sich unerwartete und überraschende Befunden ergeben. Das Bild zeigt einen Blick auf das operativ eröffnete Mittelohr. Dort befand sich über Jahre Abdruckmaterial von einer Ohrabformung (weißes Material in der Bildmitte). Folge war eine chronische Mittelohrentzündung, da der Körper versucht, Fremdmaterial durch den Entzündungsprozess zu eliminieren.



Abb. 203: Abdruckmaterial im Mittelohr
Bild: P. R. Issing, HNO-Klinik Bad Hersfeld

5.1 OPERATIONEN AM ÄUßEREN OHR

5.1.1 Operationen an der Ohrmuschel

5.1.1.1 Korrektur der abstehenden Ohrmuschel

Abstehende Ohrmuscheln (Apostasis otis) werden von den Patienten zum Teil als **erhebliche psychische Belastung** empfunden. Eine Operationsindikation stellen vor allem deutlich von der Norm abweichende Befunde dar.

Operation:

Da die abstehende Ohrmuschel sich durch ein im Vergleich zum normal ausgeformten Außenohr verändertes Ohrmuschelrelief auszeichnet, sind bei einer Operation **mehrere Schritte** erforderlich. Um ein ästhetisch befriedigendes Ergebnis zu erzie-

„Abstehende Ohren“
siehe auch Kapitel 4.1

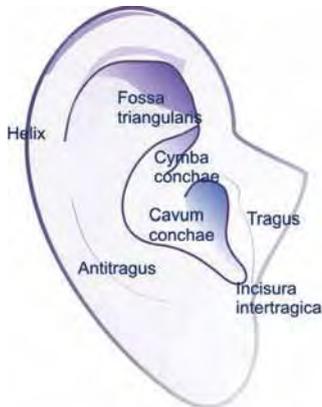
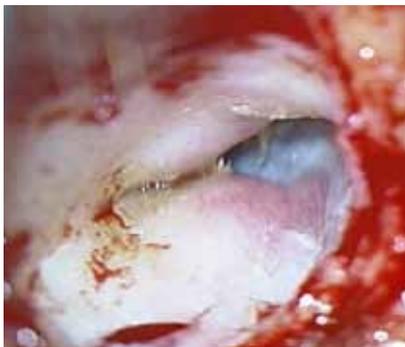
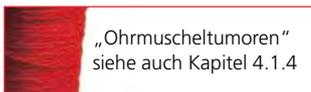


Abb. 204: Strukturen der Ohrmuschel

Abb. 205: Exostose
Bild: P. R. Issing, HNO-Klinik Bad HersfeldAbb. 206: Abtragung des überschüssigen Knochens.
Bild: P. R. Issing, HNO-Klinik Bad Hersfeld

len wird das **Cavum conchae verkleinert**, die **Anthelix neu geformt** und die Stellung der Ohrmuschel durch eine **Rückverlagerung** verändert.

Hierzu wird nach einer retroaurikulären Inzision die Concha durch das Heraustrennen eines sichelförmigen Knorpelstreifens aus dem Conchaknorpel verkleinert und die entstandene Knorpellücke mit resorbierbarem Nahtmaterial geschlossen.

Anschließend wird die Anthelix durch das gezielte Setzen von nicht resorbierbaren Haltenähten auf der Rückseite des Ohrknorpels neu geformt. Hierzu werden Knorpelpunkte in der Scapha und dem Cavum conchae durch Haltefäden miteinander verbunden und durch eine dosierte Fadenspannung die gewünschte Form der Anthelix erzielt. Falls das Ohrläppchen absteht, wird dieses ebenfalls zurückverlagert.

Zuletzt erfolgt eine Rückverlagerung der neu geformten Ohrmuschel. Dazu wird der Concha-Knorpel mittels nicht resorbierbarem Nahtmaterial an dem Periost (Knochenhaut) des Mastoids fixiert. Hierbei wird auf eine natürliche Stellung der Ohrmuschel bezüglich des Concha-Mastoidwinkels geachtet.

5.1.1.2 Ohrmuscheltumoren

Tumoren der Ohrmuschel sind meist **maligne (bösartig)**. Insbesondere Basaliome, Melanome und Plattenepithelkarzinome und entstehen häufig bei älteren Menschen mit sonnenempfindlicher Haut. Tumore werden stets unter **Einhaltung eines Sicherheitsabstand** reseziert (entfernt) und es wird anschließend in der **histologischen Begutachtung** geprüft, ob der Tumor vollständig entfernt wurde oder ob an den Schnittträgern noch Tumorgewebe nachweisbar ist.

Weitere Maßnahmen bei der Bildung von Metastasen

Bei Melanomen und Plattenepithelkarzinomen ist auch eine Metastasierung möglich, so dass weitergehende Maßnahmen wie eine Lymphknotenausräumung und eine Bestrahlung in Frage kommen können.

Operation:

Tumoren in der Concha werden einschließlich des darunterliegenden Knorpels entfernt und der entstandene Defekt durch ein **Vollhauttransplantat** oder einen **retroaurikulären Insellappen** gedeckt. Bei kleinen Tumoren der Helix lässt sich der Helixdefekt durch eine Helixverschiebung verschließen. Bei größeren Helixtumoren findet eine Keilresektion des Tumors statt, bei der der Tumor mit darunterliegendem Knorpel keilförmig reseziert wird. Um den Defekt wieder verschließen zu können, müssen noch dreieckige Haut-Knorpel-Stücke aus der Scapha entfernt werden. Das Endresultat ist – so nicht ein Transplantat in den Defekt eingesetzt wird – eine verkleinerte Ohrmuschel.

5.1.2 Operationen am Gehörgang

5.1.2.1 Exostosen

Bei den Gehörgang stark einengenden Exostosen mit wiederkehrenden Gehörgangsentzündungen (rezidivierende Otitis externa), Schallleitungsstörungen oder deutlichen Einschränkungen bei der Hörsystemversorgung, können die Exostosen operativ abgetragen werden.

Operation:

In der Regel **endauraler Zugangsweg** (siehe chirurgische Zugangswege 5.2). Es erfolgt das Freilegen der Exostose durch Bilden eines H-förmigen Hautlappens und Abschieben der Gehörgangshaut. Die Exostose wird mit einem Bohrer abgetragen und im Anschluß die Gehörgangshaut wieder zurückverlagert. Es erfolgt die Auflage einer Silikonfolie über der Wunde und eine Tamponade des Gehörgangs. Die Tamponade verbleibt 2 – 3 Wochen im Gehörgang.

■ Osteom (gutartiger Knochentumor), alle Bilder P. R. Issing, HNO-Klinik Bad Hersfeld

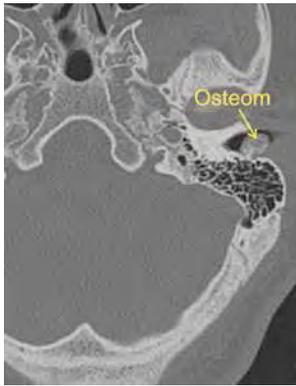


Abb. 207: Das gutartige gestielte Osteom ist auf dem CT gut zu erkennen.



Abb. 208: Osteom



Abb. 209: Das Osteom wird exstirpiert (abgetragen).



Abb. 210: Der Defekt in der Gehörgangshaut wird mit Spalthaut abgedeckt.

■ Gehörgangscholesteatom, alle Bilder: P. R. Issing, HNO-Klinik Bad Hersfeld



Abb. 211: Gehörgangscholesteatom, Blick durch den Ohrtrichter



Abb. 212: Erkennbar sind die weiße Cholesteatommatrix und dunkles Cerumen



Abb. 213: Die weiße Cholesteatommatrix muss vollständig entfernt werden, um Rezidive zu vermeiden.



Abb. 214: Der Hautdefekt in der Gehörgangswand wird anschließend mit Spalthaut abgedeckt.

5.1.2.2 Kleine Eingriffe am Trommelfell

■ Parazentese und Paukendrainage

Unter Parazentese versteht man das Setzen eines **kleinen Trommelfellschnitts** im **vorderen unteren Quadranten**. Eine therapieresistente akute Mittelohrentzündung (Otitis media), Tubenbelüftungsstörungen oder ein Mukoserotympanon (Mittelohrerguss) können Indikationen für eine Parazentese sein.

Operation:

Nach Einsetzen eines Ohrtrichters wird unter Sicht mittels eines Operationsmikroskops mit einem kleinen Sichelmesser ein Schnitt in den vorderen unteren Quadranten gesetzt. Je nach Alter des Patienten kann dieser Eingriff unter Lokalanästhesie oder Allgemeinanästhesie durchgeführt werden. Durch den Schnitt kann daraufhin Sekret abgesaugt werden. Das Trommelfell verheilt anschließend in den folgenden Wochen spontan.

Soll eine längerfristige Belüftung sichergestellt werden, so wird eine meist garrollenähnlich aussehende Paukendrainage eingesetzt. Diese wird mittels eines speziellen Applikators oder einem Zängelchen in der Parazenteseöffnung platziert. Es kann auch ein T-Drain eingesetzt werden, der sich nach dem Einsetzen mittels eines Applikators zu einer T-förmigen Form entfaltet und so ein Herausrutschen der Paukendrainage verhindert. In der Regel verbleibt eine Paukendrainage für 3 – 12 Monate im Trommelfell.

Transplantationsmaterial

Um Trommelfelldefekte verschließen zu können, benötigt man Transplantationsmaterial. Es eignen sich Faszie (Muskelhaut), Perichondrium (Knorpelhaut) und Knorpel zum Verschluss des Trommelfells.

Aus operationstechnischen Gründen wird das benötigte Transplantat in Ohrnähe gewonnen. Die Wahl des am besten geeigneten Transplantationsmaterials hängt von der benötigten Menge und dem individuellen Befund ab.

Jeder Muskel ist mit einer bindegewebigen Umhüllung versehen, der Faszie. Vom retroaurikulären operativen Zugang aus lässt sich gut ein Stück Faszie des Musculus temporalis entnehmen. Das den Knorpel umgebende Perichondrium, die Knorpelhaut, eignet sich auf Grund der leichten Verarbeitbarkeit und der guten Einheilungschancen ebenfalls sehr gut als Transplantat. Das Perichondrium ist jedoch schwieriger und nur in begrenzter Größe zu gewinnen. Hierfür wird insbesondere die Rückfläche des Conchaknorpels und das Perichondrium des Tragusknorpels verwendet. Auch der Knorpel selbst eignet sich auf Grund seiner mechanischen Stabilität und der guten Einheilungstendenz als Transplantat. Entnommen werden kann er z. B. am Tragus oder aus der Cymba.

■ Trommelfellaufrichtung

Nach einer traumatischen Verletzung des Trommelfells können kurz nach dem Trauma (bis ca. 1 Woche danach) die eingeschlagenen Trommelfellanteile aufgerichtet und durch eine Schienung mechanisch stabilisiert werden. Dazu werden unter Lokal- oder Allgemeinanästhesie die eingekrepelten Trommelfellränder mit Hilfe eines kleinen Hakens oder unter Zuhilfenahme eines Saugers aufgerichtet und das Trommelfell anschließend mittels einer dünnen Papierschiene (wie Zigarettenpapier) oder einer Silikonfolie gesichert und durch eine Tamponade mit Salbenstreifen weiter stabilisiert. Die Tamponade verbleibt für 2 – 3 Wochen im Gehörgang. Der Patient erhält zusätzlich ein anfängliches Schnueuzverbot, da beim Schnutzen ein größerer Druck im Mittelohr auftreten kann.

5.2 OPERATIONEN AM MITTELOHR

Der operative Zugang bei Mittelohroperationen

Während für kleine Eingriffe am Trommelfell wie z. B. der Parazentese, Paukendrainage oder der Trommelfellaufrichtung der **Zugang über den Gehörgang** (transmeataler Zugang) in der Regel ausreicht, benötigt man für weitergehende Operationen am Mittelohr operative Zugangswege, die mehr Handlungsfreiheit und Übersicht bieten.

Die klassischen Zugangswege sind hierbei die **endaurale Eröffnung** und der **retroaurikuläre Zugang**.

Der endaurale Zugang

Der endaurale Zugang ermöglicht einen Zugang zum äußeren Gehörgang, dem Trommelfell und dem Mittelohr. Es erfolgt der Einschnitt zwischen dem Tragus und dem Helixansatz (Crus helices). Durch einen weiteren Schnitt zirkulär an der Gehörgangshinterwand kann ein Hinterwandlappen präpariert und mit einem Raspatorium mobilisiert werden. Durch zwei weitere Inzisionen in der Gehörgangswand wird ein tympanomeataler Lappen gebildet. Die Präparation dieser mit dem Körper verbundenen Lappen erfolgt, da so die Blutversorgung der Gewebelappen erhalten bleibt und die Gewebelappen nach dem Zurückklappen in die ursprüngliche Position wieder gut verheilen.

Der endaurale Zugang ist z. B. geeignet, um **Exostosen des Gehörgangs** zu entfernen, für die **Fremdkörperentfernung** (so nicht transmeatal über den Gehörgang möglich), bei **kleinen Gehörgangstumoren**, für **Stapesoperationen**, die **Tympanoskopie** und für die **Tympanoplastik**. Grundvoraussetzung ist ein ausreichend weiter äußerer Gehörgang. Dieser Zugangsweg eignet sich nicht für Operationen, bei denen das Mastoid weiter eröffnet werden muss.



Abb. 215: Schnittführung beim endauralen Zugang.
Bild: P. R. Issing, HNO-Klinik Bad Hersfeld



Abb. 216: Blick in den Gehörgang, das Operationsfeld wird mit Wundsperrern offengehalten.
Bild: P. R. Issing, HNO-Klinik Bad Hersfeld

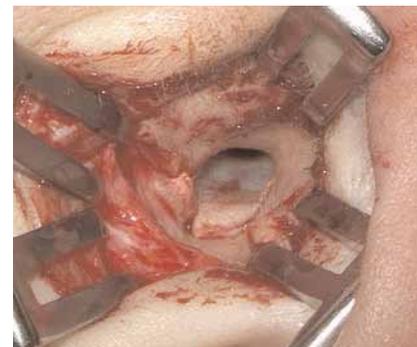


Abb. 217: Durch Präparation und dem Wegklappen von Lappen aus der Gehörgangshaut wird der Zugang zum Mittelohr erweitert.
Bild: P. R. Issing, HNO-Klinik Bad Hersfeld

OTOPLASTIK



Die „Geldbörse“ dieses Kenianers ist ein echter Hingucker. Vor der Ohrabdrucknahme sollte man ihn jedoch bitten, die Geldscheine zu entfernen...

Foto: © Ulla Trampert / pixelio.de

49. OTOPLASTIK

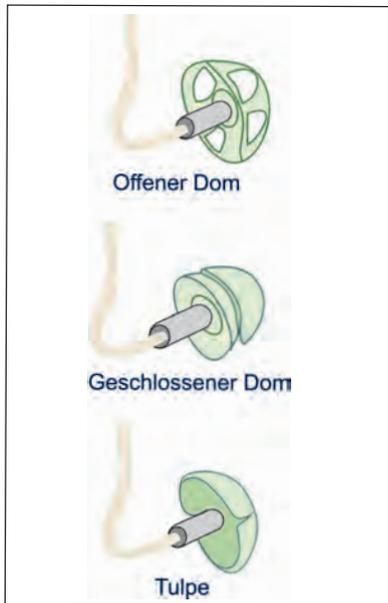


Abb. 1636: Standard-Otoplastiken

Tabelle 150:

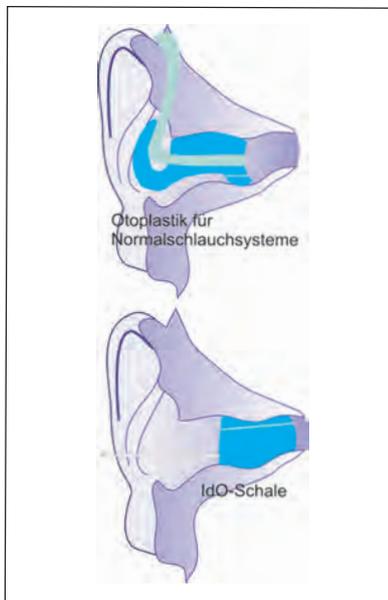


Abb. 1637: Otoplastiken

Tabelle 151:

Einfluss der Otoplastik auf die Hörsystemanpassung

Die Otoplastik ist das **mechanische und akustische Bindeglied** zwischen Hörsystem und Trommelfell. Sie wird manchmal auch als **Secret-Ear (SE)** bezeichnet. Die Schallabgabe eines Hörsystems ist das „**Faltungsprodukt**“ von **Hörgerät** und **Otoplastik**. Obwohl die akustischen Eigenschaften beider Baugruppen in die Anpassung zwangsläufig eingehen, wird die Bedeutung der Otoplastik für die Hörsystemanpassung in der Praxis leider trotzdem **häufig unterschätzt**.

Ausführungsvarianten der Otoplastiken

Otoplastiken werden meistens aus Kunststoffen hergestellt, in seltenen Fällen wird auch Metall, z. B. Titan, verwendet. Für Slim-Schlauch und RIC-HdO-Geräte gibt es serienmäßig hergestellte „**Schirmchen**“, „**Domes**“ und „**Tulpen**“. Alternativ werden für diese Geräte individuell gefertigte Otoplastiken in vielen unterschiedlichen Ausführungen, eingesetzt. Eine weitere Gruppe der Otoplastiken ist für Geräte mit herkömmlichen Schallschlauch gedacht. Für **Im-Ohr-Geräte (IdO)** ist die Otoplastik eine **Hohlform (Schale)** und trägt die Hörgerätebauteile.

Auswahlkriterien für Otoplastiken

Mehrere Aspekte müssen bei der Wahl der Otoplastik berücksichtigt werden:

Aspekte bei der Otoplastikwahl:

- Kosmetischer Aspekt
- Tragekomfort der Otoplastik
- Haltekräfte
- Okklusionsfreiheit
- Akustische Übertragungseigenschaften der Otoplastik
- Geplanter Einsatz: Testgerät oder endgültiges Hörgerät

Jedem der Aspekte kommt eine große Bedeutung zu:

- Erfüllt die **Kosmetik** der Otoplastik nicht die Vorstellungen des Hörsystemträgers, so besteht die Gefahr, dass das System nicht getragen wird.
- Allergien, Haltekräfte und die Vermeidung von Druckstellen sind Parameter, die bei der Optimierung des **Tragekomforts** berücksichtigt werden müssen. Auch bei einem mangelnden Tragekomfort, z. B. beim Auftreten der Okklusion, wird das Gerät eventuell nicht getragen.
- Die **akustischen Eigenschaften** stehen in direktem Zusammenhang mit den Einstellungen des Hörsystems.

Auswahlparameter

Bei Auswahl der Parameter für die Otoplastik stehen unter anderem folgende Kriterien zur Verfügung:

Kriterien zur Auswahl von Parametern für die Otoplastik:

- Anatomische Verhältnisse des äußeren Ohrs
- Art und der Umfang des Hörverlusts
- Kosmetische Gesichtspunkte
- Hautbeschaffenheit, Allergien
- Mechanische Stabilität der Otoplastik
- Akustische Eigenschaften

„Anatomie des äußeren Ohrs“ siehe auch Kapitel 2.3

49.1 KRÄFTE, ABDICHTUNG UND OKKLUSION

49.1.1 Haltgebung der Otoplastik

Haltgebungszone

Als **Haltgebungszone** bezeichnet man den **Tragus, Antitragus** und den **Gehörgang bis zur ersten Krümmung**. In Bezug auf den Sitz und den Halt trägt die Form des äußeren Gehörgangs durch ihren Verlauf mit **zwei Krümmungen** bei. Dabei muss der Akustiker berücksichtigen, dass der weiter innen liegende knöcherne Teil des äußeren Gehörgangs nur mit einer dünnen Haut ausgestattet und **druckempfindlich** ist.

Abstütz- und Verankerungszone

Abstützungszone nennt man den **hinteren Concha-Bereich**. Als **Verankerungszone** wird der obere **Bereich der Cyma bis zur Fossa triangularis** bezeichnet. In Anlehnung an die entstehende äußere Form wird dieser Teil der Otoplastik „Kralle“ genannt.

(Quelle: Ulrich Voogdt: Otoplastik, Median-Verlag 2013)



Abb. 1641 Abstützzone



Abb. 1642: Verankerungszone

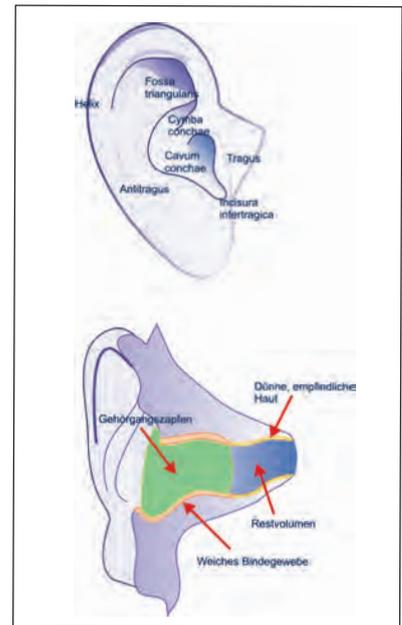


Abb. 1638: Bezeichnungen

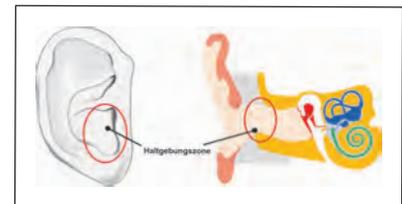


Abb. 1639: Haltgebungszone der Otoplastik

49.1.2 Abdichtung

Abdichtung durch das Bindegewebe im knorpeligen Teil des Gehörgangs

Der knorpelige Teil des äußeren Gehörgangs ist mit einer **nachgiebigen Bindegewebsschicht** versehen, während der knöcherne Teil von einer dünnen Haut überzogen ist. Die Bindegewebsschicht eignet sich wegen ihrer Flexibilität gut zur Abdichtung. Voraussetzung ist, dass die Otoplastik in der Größe passend hergestellt wurde. Der Bereich der **ersten Gehörgangskrümmung** ist für die akustische Abdichtung wesentlich (**Abdichtzone**). Zu große Otoplastiken drücken die Bindegewebsschicht zusammen und führen auf Dauer zum Verlust der Elastizität. Eine akustische Abdichtung wird dann sehr schwer.

Zur Herstellung einer passgenauen Otoplastik sollte daher das Abdruckmaterial möglichst dünnflüssig sein.

49.4.3 Die Okklusion

Ein wichtiges Problem bei der Gestaltung einer Otoplastik ist der **Verschlussseffekt** (Okklusion). Unter Okklusion versteht man die **überlaute** Wahrnehmung der **eigenen Stimme** und von Körperschallereignissen. Durch den Verschluss des äußeren Gehörgangs können Schalle, die im Körper entstehen, nicht mehr abfließen.

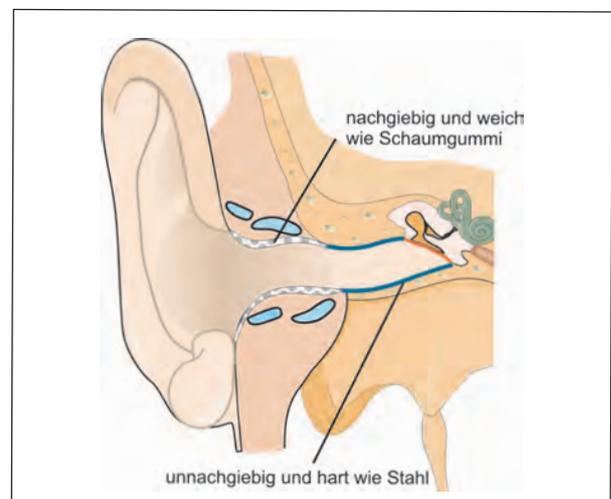


Abb. 1640: Elastizitäten im äußeren Gehörgang

„Okklusionsmanager“
siehe auch Kapitel 45.6.2

Demonstration Okklusionseffekt

Die Vokale A, E, I, O und U eignen sich sehr gut, um den Okklusionseffekt im Eigenversuch nachzuvollziehen. Dazu verschließt man mit den Zeigefingern beide Gehörgänge und spricht dann laut die fünf Vokale. Insbesondere die Vokale E, I und ganz besonders U werden deutlich verstärkt und „dröhnen“. Ursache ist die Übertragung der Unterkieferschwingungen über das Kiefergelenk zum knorpeligen Gehörgang. Diesen Körperschall kann man ertasten: Dazu drückt man die Fingerspitzen fest auf den Unterkiefer und intoniert erneut die fünf Vokale. Die Schwingungen sind deutlich spürbar.

„Schallleitung in Röhren“
siehe auch Kapitel 18.3.1

Der Okklusionseffekt

Wird der knorpelige Gehörgang durch eine Otoplastik komplett verschlossen, so berichten viele Kunden von einer unangenehmen und dröhnenden Wahrnehmung der eigenen Sprache, insbesondere der Vokale. Messtechnisch zeigt sich im verschlossenen Gehörgang eine Überhöhung bis zu 15 dB im Bereich von 300 Hz. Dieser Frequenzbereich kennzeichnet insbesondere bei den Vokalen I und U den ersten Formanten, während der erste Formant des Vokals A bei rund 800 Hz angesiedelt ist.

Durch die Sprache wird nicht nur der Vokaltrakt, sondern auch der gesamte Schädel zu Schwingungen angeregt. Dies schließt auch den Unterkiefer ein, der durch sein geringeres Gewicht im Vergleich zum Schädel stärker schwingt. Dieser Körperschall überträgt sich über das Kiefergelenkköpfchen und das Kiefergelenk auf den in unmittelbarer Nachbarschaft liegenden knorpeligen Gehörgang, insbesondere auf die vordere und die untere Wand des knorpeligen Gehörgangs. Diese Schwingungen werden immer auf den knorpeligen Teil des Gehörgangs übertragen, egal ob dieser verschlossen ist oder nicht. Im Normalfall kann dieser Schall jedoch nach außen „abfließen“. Wird der knorpelige Gehörgang jedoch verschlossen, so kann der Schall nicht über den Meatus acusticus externus entweichen und führt so zu der Überhöhung des Frequenzbereichs um 300 Hz, der als unangenehmes Dröhnen wahrgenommen wird.

Die Zusatzbohrung

Der störende Schall kann prinzipiell durch eine Zusatzbohrung abfließen, wenn diese ausreichend dimensioniert wird. Die Dimensionierung der Bohrung richtet sich nach dem Hörverlust im Tieftonbereich unterhalb von 1 kHz.

Okklusionsfreiheit

Eine Anpassung ist okklusionsfrei, wenn entweder der Schall nach außen geleitet oder in Folge des Hörverlusts nicht mehr wahrgenommen wird.

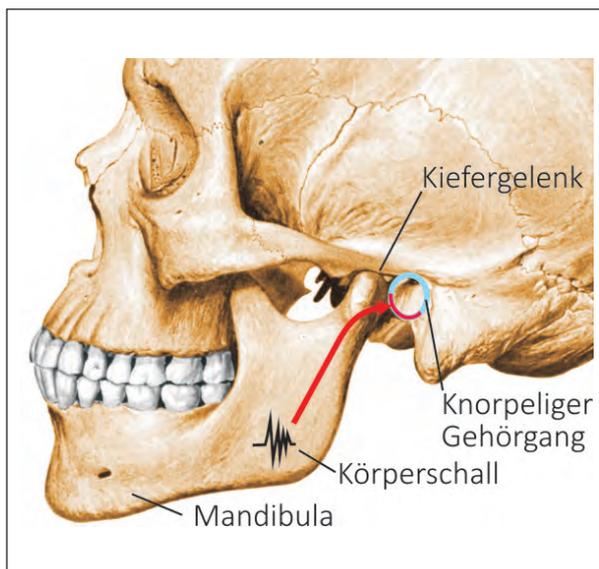


Abb. 1643: Kiefergelenk und die Abstrahlung des Schalls in den äußeren Gehörgang.

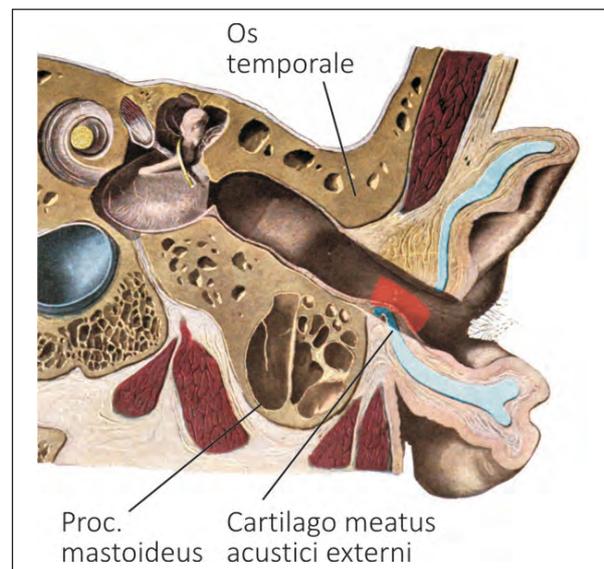


Abb. 1644: Der äußere Gehörgang. Im rot markierten Bereich wird der Körperschall abgestrahlt.

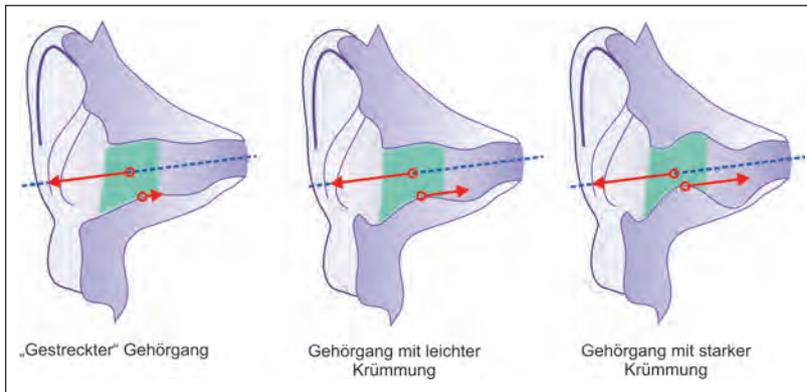


Abb. 1645: Die Abhängigkeit der Haltekräfte von der Gehörgangskrümmung

49.1.4 Die offene Anpassung und ihre Eigenschaften bei digitalen Hörgeräten

So offen wie möglich?

Aus der Zeit der analogen Hörgeräte stammt die Forderung, eine Anpassung habe „so offen wie möglich“ zu erfolgen. Dies bedeutet, dass mit einer möglichst großen Belüftungsbohrung dafür gesorgt wurde, dass der Okklusionsschall abfließen konnte. Zum einen musste man dann dafür sorgen, dass es **nicht zur akustischen Rückkopplung** kam, zum anderen musste die **notwendige Tieftonverstärkung** beachtet werden, da tiefe Töne in beiden Richtungen (zu- und ab-) fließen können.

Digitale Hörgeräte und die Okklusion

Digitale Hörgeräte unterscheiden sich in **wesentlichen Punkten** von der Analogtechnik. Der **Zeitunterschied** (Delay) zwischen dem Schallsignal am Mikrofon und der Schallabgabe am Hörer ist **deutlich größer** als bei der Analogtechnik. Bei einer offenen Anpassung führt dies durch **Überlagerungen** von **direkt einfließendem** und **verstärktem** Schall manchmal zum **Kammfiltereffekt** und zu **Hallerscheinungen**. Ein großes Delay macht sich **in der Praxis** nur bei einer **offenen** Versorgung negativ bemerkbar, bei geschlossener Versorgung spielt es „keine“ Rolle. Adaptive Maßnahmen wie z. B. eine Störschallunterdrückung werden im **Tieftonbereich** „unwirksam“, da tieffrequenter Störschall direkt eindringen kann und das Hörgerät umgeht.

Erfolgt eine offene Anpassung mit digitalen Hörgeräten auf herkömmliche Weise, ergeben sich letztlich folgende Nachteile:

- Das System neigt eher zur **Rückkopplung**.
- Es ergibt sich ein **Lautstärkedefizit**, da tiefe Töne abfließen können.
- Das Delay des Hörsystems (Zeitverzug) kann sich als **Hall** störend bemerkbar machen.
- **Adaptive Parameter** des Hörsystems können hauptsächlich im Tieftonbereich **negativ beeinflusst** werden.

Die okklusionsfreie Otoplastik

Da die Okklusion ihre Ursache im Bereich des knorpeligen Gehörgangs hat liegt es nahe, nur diesen zu belüften, während am Übergang zum knöchernen Teil eine Abdichtung erfolgt. Im Bereich des knorpeligen Gehörgangs beginnt zudem der Kau-muskel. Beim Kauen verändert sich die Geometrie des Gehörgangs und in einigen Fällen lockert sich die eingesetzte Otoplastik.

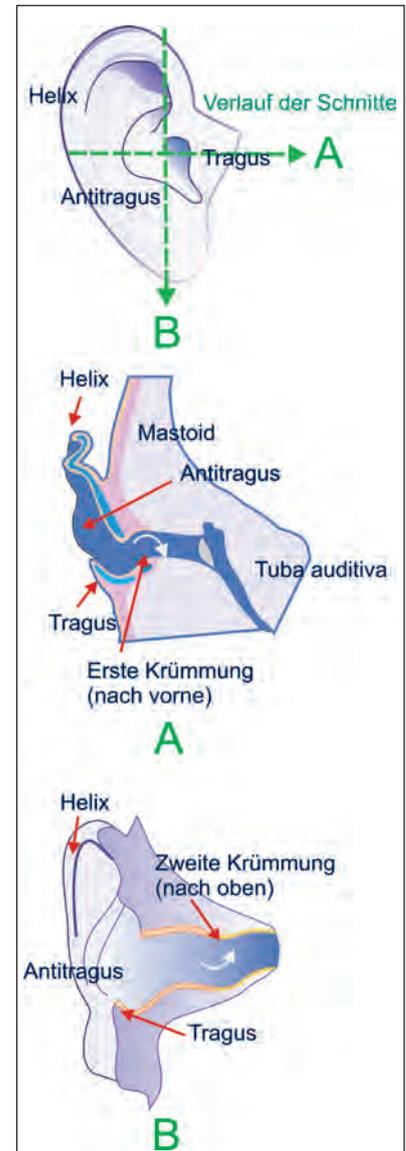


Abb. 1646: Schnitte durch den äußeren Gehörgang

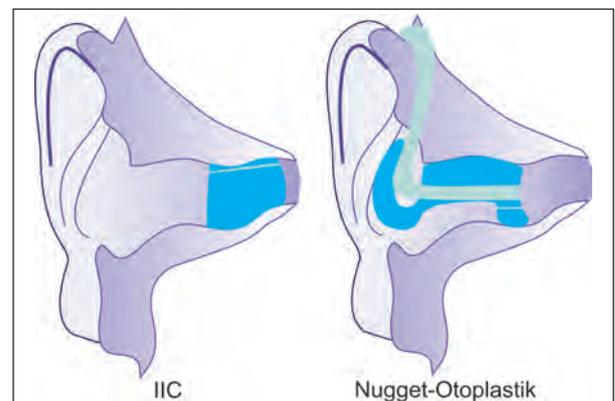


Abb. 1647: Okklusionsfreie Otoplastiken

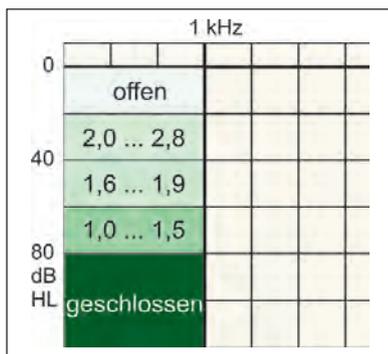


Abb. 1648: Größe der ZuBo bei einer Folienotoplastik in Abhängigkeit von Hörverlust im Tieftonbereich. (Tabelle nach Mike Gerl)

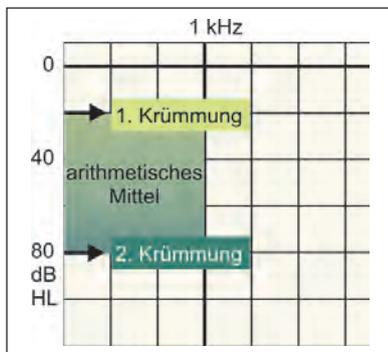


Abb. 1649: Zapfenlänge in Abhängigkeit des Tieftonverlusts. Entscheidend sind Abdichtung und Tragekomfort. (Tabelle nach Mike Gerl)



Abb. 1650: Bei der offenen Anpassung kann körpereigener Schall, aber auch Schall des Hörsystems abfließen. Außerdem kann tieffrequenter Störschall am Hörgerät vorbei eintreten und die Störschallunterdrückungssysteme des digitalen Hörsystems außer Kraft setzen.

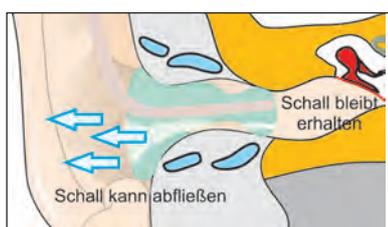


Abb. 1651: Bei der okklusionsfreien Anpassung kann körpereigener Schall, aber kein Schall des Hörsystems abfließen.

49.1.5 Wie kann man die Okklusion als Akustiker erfassen?

Es gibt verschiedene Methoden, um die Okklusionsfreiheit einer Otoplastik zu überprüfen:

- Otoplastik ohne angeschlossenes Hörgerät einseitig einsetzen und fragen: „Ist Ihre Stimme in der Mitte (siehe Webertest)?“
 - Ja: Keine Okklusion, o.k.
 - Nein: Aufbohren
- Bei eingesetzter Otoplastik gleich laut wie der Kunde sprechen (erfordert einige Übung) und fragen: „Sind Ihre und meine Stimme gleich laut?“
 - Ja: Keine Okklusion, o.k.
 - Nein, meine Stimme ist lauter: Aufbohren
- Otoplastik ohne angeschlossenes Hörgerät einseitig einsetzen und fragen: „Haben Sie das Gefühl, dass beim Sprechen Ihre Stimme im Hals sitzt?“
 - Ja: Keine Okklusion, o.k.
 - Nein: Aufbohren

(Quelle: Mike Gerl)

49.1.6 Aufbau okklusionsfreier Otoplastiken

Sowohl Okklusion als auch negative Eigenschaften der Kaumuskelatur werden von der „Nugget-Otoplastik“ nach Mike Gerl als auch von der „Rüsselotoplastik“ nach Hans-Rainer Kurz[†] in ihren Auswirkungen minimiert. Dabei kommen ähnliche Prinzipien zum Tragen. Außerdem wurden weitere ähnliche Bauformen vorgestellt.

Im Bereich der zweiten Gehörgangskrümmung soll nur ein recht dünner Steg verbleiben, im Bereich des Kiefergelenks wird das Material ausgespart. Ein zweiter Haltepunkt im Bereich der Ohrmuschel ist notwendig, damit die Otoplastik nicht aus dem Gehörgang fällt.

Je nach Anatomie des Kunden können verschiedene Lösungsvarianten gewählt werden. Eine zusätzliche kleine Belüftungsbohrung führt zum verbleibenden Restvolumen.

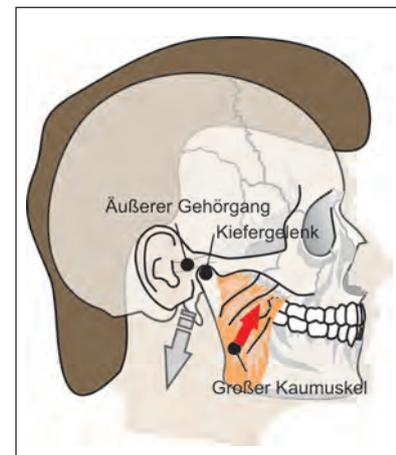


Abb. 1652: Lage von Kiefergelenk und Kaumuskel

Modifikationen an der Otoplastik

Im Laufe der Hörsystemanpassung müssen gelegentlich aus Gründen der Optimierung der Otoplastik Modifikationen durchgeführt werden. Diese Modifikationen können und sollten nach Möglichkeit vom **Hörakustiker** in einem kleinen Labor vorgenommen werden.

49.2 WEITERE MERKMALE EINER OTOPLASTIK

Wie einzelne Parameter der Otoplastik im Detail am besten gewählt werden, hängt auch vom ausgewählten Hörsystem und dessen Eigenschaften ab. So kann z. B. die Größe der Belüftungsbohrung je nach Qualität des Rückkopplungsmanagers unterschiedlich groß gewählt werden. In einem ersten Schritt werden deshalb alle offensichtlichen Einflussgrößen bei der Festlegung der Otoplastikdaten festgelegt.

GRUNDLAGEN DER MESSTECHNIK

An Fahrzeugbremsen werden hohe Anforderungen in Bezug auf Funktion und Zuverlässigkeit gestellt. Messungen an Bremsanlagen werden bei Fahrversuchen im Straßenverkehr oft von schwankenden Umgebungsparametern wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Straßenbelag, Fahrstil etc. beeinflusst und sind dadurch nur schlecht reproduzierbar. Auf einem Bremsenprüfstand können Bremsen unter genau definierten Bedingungen getestet werden. Der Prüfstand der Hörakustiker ist die Messbox...

Foto: Siemens VDO Automotive



51. GRUNDLAGEN DER MESSTECHNIK



Abb.1925: Messfehler oder ein Messgerät außer Betrieb?



Begriffe und Abkürzungen

REUG = Real Ear Unaided Gain (= OEG)
Verstärkungskurve des offenen Gehörgangs, In-situ-Messung.

REAG = Real Ear Aided Gain
Verstärkungskurve, In-situ-Messung.

REIG = REAG - REUG
Insertion Gain, Verstärkungsgewinn durch das Hörgerät, wird aus 2 In-situ-Messungen berechnet.

CG = Coupler Gain
Verstärkungskurve gemessen am Kuppler in der Messbox.

RECD = CG - REAG
Real Ear to Coupler Difference, Messboxmessungen können durch die RECD In-situ-Messungen (näherungsweise) ersetzen.

Im täglichen Leben sind Messungen allgegenwärtig. Im Auto wird die Fahrgeschwindigkeit gemessen und auf dem Tachometer angezeigt, beim Einkauf das Gewicht der gewünschten Ware oder beim Renovieren der Wohnung die Fläche von Wänden, Decken und Fußböden.

51.1 METROLOGIE

51.1.1 Begriffe der Metrologie

Die Wissenschaft, die sich mit Messungen befasst wird **Metrologie** genannt, die Anwendung der Metrologie nennt man **Messtechnik**. Beim Messen wird eine **unbekannte Größe** mit einer **festgelegten Bezugsgröße** (Normal) verglichen. Das Resultat ist der **Messwert**, der im Allgemeinen aus einem **Zahlenwert** (Betrag) und einer **Einheit** besteht. Die **Messgröße** ist eine Eigenschaft des **Messobjektes**. Für den Zweck der Messung wird ein physikalischer Vorgang als **Messprinzip** eingesetzt.

| Beispiel: | Messgröße | Messprinzip |
|-----------|------------|--------------------------------------|
| | Temperatur | Ausdehnung einer Quecksilbersäule |
| | Kraft | Längenausdehnung einer Feder |
| | Druck | Verformung eines elastischen Körpers |

Mithilfe von **Messmesseinrichtungen** (Messgeräten) werden die **Messverfahren** durchgeführt. Der **Messbereich** gibt an, wie groß die Messgröße maximal werden darf, damit sie mit der Messeinrichtung in der eingestellten Konfiguration erfasst werden kann.

Messfehler

Den Begriff „**genau**“ und „**ungenau**“ gibt es bei physikalischen Messungen nicht, denn jedes Messgerät und auch jedes Messverfahren weist Ungenauigkeiten auf. Eine Messung führt nicht zu einer eindeutigen Maßzahl, sondern nur zur **Angabe eines Bereiches**, innerhalb dessen die Maßzahl liegt. Daher können wiederholte (**gleiche**) Messungen **verschiedene** Ergebnisse liefern. Die **Differenz** zwischen **Messwert** und (**unbekanntem!**) **wahren Wert** ist der **Messfehler**.

Messfehler können in **zwei Gruppen** gegliedert werden:

- **Zufällige Fehler** z. B. Schwankungen der Messwerte durch Störeffekte wie Temperaturschwankungen, elektromagnetische Felder, Erschütterungen oder „Rauschen“ der Messgeräte.
- **Systematische Fehler** z. B. fehlerhafte Messinstrumente, falsche Nutzung von Messgeräten oder Fehler des Messenden wie z. B. Ablesefehler.

Justieren, Kalibrieren, Eichen

- Beim **Justieren (Abgleichen)** erfolgt eine Minimierung der Messabweichungen, sodass die Beträge der Messabweichungen die gegebenen Fehlergrenzen der Messeinrichtung nicht überschreiten.
- Beim **Kalibrieren** wird die Messabweichung des Messgerätes durch Vergleich mit einem Normalgerät höherer Genauigkeit festgestellt.
- Beim **Eichen** wird eine rechtlich relevante Handlung z. B. von der Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) oder einer von ihr dazu zugelassene Institution durchgeführt. Die Eichung ist eine amtliche Überprüfung ("Richtighaltung") von Messmitteln.

51.1.2 Die Messbox

Um die akustischen Daten eines Hörsystems zu erfassen, benötigt man ein spezielles Messsystem. Dieses Gerät wird als **Messbox** bezeichnet und ist auf die Bedürfnisse der Hörakustik abgestimmt. Es besteht in seinen wesentlichen Komponenten aus:

Die wichtigsten Bestandteile einer Messbox:

| |
|---|
| Akustischer Messraum |
| Steuerbarer Signalgenerator |
| Lautsprecher |
| Messmikrofone |
| Schallpegelmesseinrichtungen |
| Kuppler zur Simulation des äußeren Gehörgangs |

Tabelle 157:

Beim Messvorgang werden vom **Signalgenerator** Messsignale erzeugt, die einem **Lautsprecher** zugeführt werden. Das zu testende Hörsystem wird über ein Adapterstück, dem **Kuppler**, mit dem **Messmikrofon** verbunden. Die vom Lautsprecher im **Messraum** abgestrahlten Schallsignale werden vom Hörsystem verstärkt und vom **Messmikrofon** aufgenommen.

Messmethoden mit der Messbox

Als Messmethoden stehen **normierte Verfahren** zur Verfügung. Darüber hinaus wurden in den letzten Jahren diverse neue Verfahren erdacht und entwickelt, die speziell auf die Eigenschaften moderner digitaler Systeme ausgerichtet wurden. Sie werden bei allen modernen Systemen mit einer Computersteuerung durchgeführt.

Vorbereitung vor den Messungen

Vor der eigentlichen Messung hört der erfahrene Hörakustiker das Gerät ab. Dazu verwendet er eine „**Stethoclip**“ genannte Abhörvorrichtung, die einem Stethoskop ähnelt. Beim Messen und Abhören sollte man sich unbedingt Notizen machen bzw. ein Messprotokoll erstellen. Vor zu lauten Signalen beim Abhören kann man sich durch Zuhalten des Schallschlauchs schützen.

51.1.3 Die In-situ-Messung

Zur Zeit der **analogen Hörgeräte** wurden Messbox-Messungen zur **Geräteeinstellung** durchgeführt. Dabei wurde durch **Verstellen von Trimpotis** das Gerät „programmiert“. Die Messungen waren mit einem **größeren Zeitaufwand** und teilweise **hohen Pegeln** verbunden. Um den Kunden nicht **unnötig zu belasten** wurde das **Kundenohr** (äußerer Gehörgang) durch einen **Kuppler** ersetzt und die Messung in der Messbox durchgeführt. Die gleichfalls mögliche Messung **direkt am Kundenohr, In-situ-Messung** genannt, wurde nur für den Feinabgleich herangezogen. Prinzipiell unterscheiden sich Messbox- und In situ-Messung nur durch die Verwendung von **Kuppler und Messkammer** bei der **Messbox** und **Kundenohr und Prüfraum** beim **In-situ-Verfahren**.



Abb.1926: Kleine Messbox in „offener“ Ausführung mit zwei Messmikrofonen



Abb.1927: Messung mit einer In-situ-Messanlage am Kundenohr mit getragendem Hörgerät.

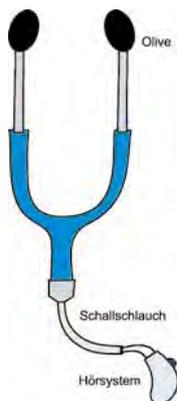


Abb. 1928: Stethoclip (schematisch) mit HdO-Hörsystem.

51.2 ABHÖREN EINES HÖRGERÄTES

Das Abhören von Hörgeräten erfolgt mit einem Stethoclip, der ähnlich wie ein Stethoskop aufgebaut ist. Es gibt unterschiedliche Ausführungen des Stethoclips. Vorteilhaft sind Clips mit **weichen Oliven** (Ohrstücke), die gut am Ohr abdichten. Für eine komfortable Handhabung darf der Anpressdruck des Clips an den Kopf des Trägers allerdings nicht zu groß sein.

Für das Abhören des Gerätes sollte man sich ein **konsequentes Vorgehen** angewöhnen. Als Testworte wurden von Reimer Rohweder die Worte „**Schussel**“, „**Schatzsuche**“ und „**säuseln**“ vorgeschlagen. Viele Akustiker sagen beim Abhören auch „**eins**“ oder andere **Testworte**. Vor dem Abhören sollte man kurz das Gerät **optisch begutachten**, insbesondere dann, wenn es sich um ein getragenes System handelt. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf analoge Hörsysteme, lässt sich aber auf moderne Hörgeräte leicht übertragen.

Gerätevorbereitung vor dem Abhören

Danach empfiehlt es sich, die **Hörgerätebatterie zu überprüfen** oder gleich eine fabrikneue Batterie einzusetzen. Dies kann ganz einfach dadurch erfolgen, indem man die Zink-Luft Batterie auf den Tisch fallen lässt. Frische Batterien bleiben auf dem Tisch einfach liegen, weil das Zinkpulver noch lose ist. Bei benutzten Batterien backt das Pulver zusammen, die Batterie hüpf.

Alle vorhandenen Steller werden dann auf die Minimum-Positionen gebracht. Vorsicht bei Kundengeräten, die über Steller eingestellt wurden! In diesem Fall sollte man sich die Stellerpositionen vor dem Verstellen markieren oder notieren. Zunächst den MTO-Schalter auf die Stellung M (Mikrofon) bringen (bei digitalen Geräten kann man die entsprechenden Einstellungen im Fittingmodul vornehmen).



Abb. 1929: Abhören eines HdO-Hörsystems mit dem Stethoclip

Rückkopplungstest

Es muss ein „Rückkopplungspfeifen“ zu hören sein, wenn man den VC-Poti (Lautstärkepoti) – sofern vorhanden – aufdreht, das Gerät in die Hand nimmt und die Hand schließt. Beim Zuhalten der Schallöffnungen (Hörwinkel) und „Runterdrehen“ des VC-Potis sollte das Pfeifen verschwinden. Danach Gerät an den Stethoclip „anstöpseln“. Der Schallschlauch ist ein akustischer Tiefpass und sollte deshalb möglichst kurz sein. Nun setzt man den Clip auf und dreht das Poti langsam hoch. Die Lautstärke muss sich kontinuierlich erhöhen. Es darf sich kein Kratzen oder gar ein Aussetzen des Gerätes bemerkbar machen. Danach bringt man den MTO-Schalter (sofern vorhanden) nacheinander in alle drei Schalterstellungen. Bei der Schalterstellung O (von Null = Gerät aus) muss das Gerät absolut still sein.

„Rückkopplung“ siehe auch Kapitel 44.3



Abb. 1930: Stethoclips in unterschiedlichen Ausführungen

51.2.1 Abhören bei aktivem Mikrofon

Bei der Stellung M darf nur das Mikrofon aktiv sein. Man dreht das VC-Poti zunächst auf eine Mittelstellung. Beim Einschalten des Gerätes sollte ein leichtes „Knack“ zu vernehmen sein. Hört man ein blubberndes Geräusch, wegen der Ähnlichkeit mit dem Sound eines Motorboots **Motorboating** genannt, so ist dies die Folge einer elektrischen Rückkopplung. Ursache können eine schwache Batterie, im Gehäuse eingeklemmte Verbindungslitzen, Kontaktprobleme mit den Batteriekontakten oder schadhafte Entkopplungsglieder sein. Im Normalfall hört man beim Abhören auch das leise **Eigenrauschen des Mikrofons**. Nun stellt man das Hörsystem über den VC-Poti auf maximale Verstärkung ein und beurteilt das Eigenrauschen bei dieser Einstellung. Hört man ein gleichmäßiges Eigenrauschen, so scheint das Gerät in Ordnung zu sein. Bemerkte man ein Rauschen, aber kein oder ein zu leises Nutzsignal, dann sollte man wieder das VC-Poti verstellen. Lässt sich das Rauschen mit dem Poti verstärken, so liegt eine mögliche Fehlerursache meist im Schaltkreis vor dem VC-Poti, also am Mikrofon oder am Verstärker.

Verändern der Geräteeinstellungen beim Abhören

Anschließend werden alle vorhandenen Steller **systematisch** verstellt und die Wirkungen beobachtet. Bei Klangreglern kann man die Veränderungen bei Worten mit rauschähnlichem Charakter wie „Schussel“ oder „schießen“ gut beobachten. Beim Besprechen des Gerätes wird das Hörsystem **seitlich neben den Mund** gehalten, damit der Luftstrom nicht zur Verfälschung führt. Die Wirkungen von Begrenzungsstellern (PC oder AGC_D) lassen sich am Rückkopplungspfeifen feststellen. Den Sättigungsschalldruck des Gerätes kann man gut beurteilen, wenn man in das Gerät pustet oder einen leichten Klick mit einem Schraubendreher neben das Hörgerätemikrofon macht. Beim Sättigungsschalldruck lassen sich Regelschaltungen beurteilen.

51.2.2 Abhören bei aktiver T-Spule

Beim Abhören in der T-Schalterstellung ist nur die Telefonspule aktiv. Man kann ein leises Brummen hören, das bei Annäherung an eine Leuchtstofflampe, einem Bildschirm oder einen Trafo lauter wird. In der Schalterstellung MT sind sowohl T-Spule als auch das Mikrofon gleichzeitig aktiv. Dies ist sinnvoll, wenn man Informationen aus einer induktiven Quelle erhält, beispielsweise bei Nutzung einer „Ringleitung“ in einer Kirche und gleichzeitiger Ansprechbarkeit.

Sporadisch auftretende Fehler

Zeitweise auftretende Fehler kann man eventuell durch angemessenes „Verwinden“ oder durch leichtes Drücken auf das Gehäuse feststellen. Fehler können auch **temperaturbedingt** sein. In diesem Fall können ein Fön und Kältespray hilfreich sein. Reparaturfirmen verwenden dazu Klimakammern.

Es ist immer sinnvoll, neue oder unbekannte Geräte abzuhören, weil man aus den gewonnen Hörerfahrungen Sicherheit im Umgang mit Hörsystemen bekommt.

51.2.3 Abhören mithilfe des Audiometers

Bei einigen Audiometern besteht die Möglichkeit, mit einem Kopfhörer das Kuppelersignal abzuhören. Dabei kann über eine Regler die Lautstärke angepasst werden. Bei Powergeräten ist daher das Abhören mithilfe des Audiometers angenehmer.

51.3 AUFBAU EINER MESSBOX

Mit der Messbox kann der Hörakustiker **akustische Eigenschaften von Hörsystemen** messtechnisch erfassen. Für das Messen bestehen diverse Aufgabenbereiche:

Aufgaben einer Messbox:

| |
|--|
| Technische Kontrolle von Hörsystemen |
| Lokalisierung eventueller Fehler |
| Dokumentation von Hörgerätedaten |
| Akustische Kenndaten nach DIN |
| Kennwerte der Kundeneinstellung |
| Einstellung des Hörgerätes bei der Anpassung |
| Beurteilungen und Analysen zu Aufbau und Funktion des Hörsystems |

Eine Messbox besteht prinzipiell aus einem in **Frequenz** und **Pegel** verstellbaren **Signalgenerator** und einem oder mehreren **Lautsprechern**. In einem mehr oder weniger großen **akustischen Messraum** befinden sich ein oder mehrere **Messmikrofone**, an die **Schallpegelmesser** angeschlossen sind. Im Messraum soll bei einer Beschallung im Idealfall ein **freies Schallfeld** entstehen.

Kältespray

Kältespray ist ein technisches Kühlprodukt, das für spezielle Test- und Prüfzwecke entwickelt wurde. Die Zusammensetzung besteht hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffen wie z. B. Butan. Eine lösungsmittelfreie Zusammensetzung garantiert die gute Verträglichkeit mit den meisten Kunststoffen.

Kältesprays werden zur Ortung von thermischen Fehlern in Elektrik und Elektronik eingesetzt, es verdunstet vollständig. Mit Kältespray können Temperaturen bis ca. -45° Celsius erreicht werden.

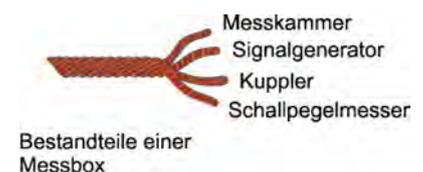
Hörgerätemessungen

Es gibt zwei Arten von Hörgerätemessungen. Die Messungen an der Messbox mit einem standardisierten Kunsthör (Kuppler) und die personenbezogenen Messungen mit der In-situ-Anlage.

Die Messboxmessungen liefern vergleichbare Ergebnisse, wenn man immer den gleichen Kuppler verwendet.

Die In-situ-Messungen eignen sich für den Anpassvorgang, bei dem es auf die individuellen Eigenschaften des Probanden geht.

Tabelle 158:



„Schallfelder“ siehe auch Kapitel 17.2

Offene und geschlossene Messboxen

Die meisten Messboxen verfügen über einen eigenen abgeschlossenen Messraum. Mit dem Gehäusedeckel kann die Messkammer verschlossen werden.

Bei Hörakustikern steht die Messbox häufig im ohnehin schallgedämmten Anpassraum. Hier kann eine offene Messbox verwendet werden, wobei der Raum als Messkammer dient.

Ein **freies Schallfeld** ist dadurch bestimmt, dass das **Abstandsgesetz** gilt und der **Hallradius unendlich** ist. Es werden also theoretisch keine Schallwellen an den Wänden reflektiert. Diese Forderungen können in der Praxis **nicht vollständig** erfüllt werden, weil der Schall an den Kammerwänden reflektiert wird, wobei leicht **stehende Schallwellen** entstehen können. Bessere akustische Eigenschaften werden durch die Auskleidung der Kammerwände mit einem schallabsorbierenden Dämmmaterial erzielt. Dieses Material hat den Zweck, ein möglichst **gleichmäßiges Schallfeld** zu gewährleisten und auch den von außen kommenden Störlärm zu vermindern. Die Eigenschaften des Materials sind aber nicht frequenzlinear. Je höher die Frequenz, desto größer ist die Absorption (Schallverminderung) durch das Wandmaterial.

Messort

Der akustisch günstigste Platz der Messkammer ist deren Mitte. Daher wird das zu messende Hörgerät in der Mitte des Messraumes innerhalb eines **markierten Kreises** platziert. Das Hörsystem wird über einen Kuppler mit dem Messmikrofon verbunden. Dieser Kuppler soll den **äußeren Gehörgang** akustisch **simulieren**. Neben den Nichtlinearitäten des Messraumes ist auch der Frequenzgang des Lautsprechers nichtlinear. Im Messverfahren müssen diese Faktoren berücksichtigt werden.

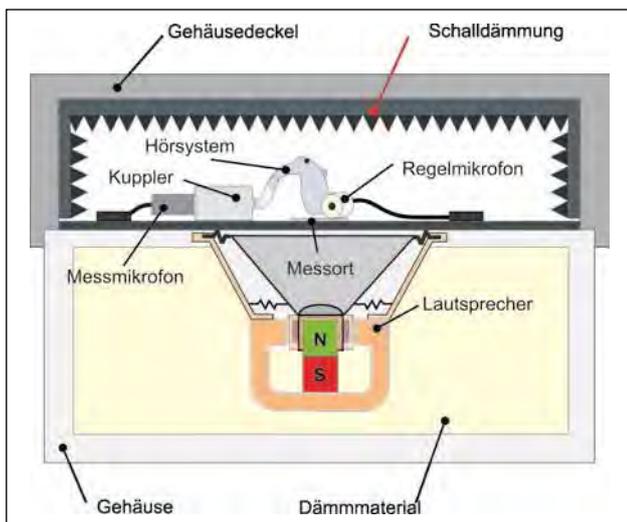


Abb.1931: Der prinzipielle Aufbau einer geschlossenen Messkammer zur Hörsystemmessung nach dem Kompensationsverfahren. Der Schallschlauch (PP-Ausführung) zwischen Kuppler und HdO-Hörsystem ist 25 mm lang.

Messverfahren der Messboxen:

- Substitutionsverfahren
- Kompensationsverfahren

Der Unterschied zwischen Substitutions- und Kompensationsverfahren hat heute kaum noch praktische Bedeutung. Manche Messboxen können wahlweise nach beiden Verfahren eingesetzt werden.

51.3.1 Substitutionsverfahren

Das Substitutionsverfahren benötigt nur **ein** Messmikrofon. In einem ersten Arbeitsgang werden zunächst mit dem Messmikrofon die **akustischen Eigenschaften der Messkammer** bestimmt und in Form von **Korrekturwerten** tabellarisch abgelegt. Danach wird die Kammer als Messobjekt durch den Kuppler mit angeschlossenem Hörssystem ersetzt (substituiert) und die eigentliche Messung durchgeführt. Dabei werden durch Rechnung oder Steuerung des Signalgenerators die gemessenen akustischen Kammereigenschaften berücksichtigt.

Bei der Messung muss man darauf achten, dass man die bestimmten **akustischen Eigenschaften der Kammer nicht verändert**.

Die Substitutionsmethode leitet ihren Namen von der Tatsache ab, dass der zu vergleichende Schalldruck mit dem Messobjekt ausgetauscht, d.h. substituiert wird. Das Substitutionsverfahren weist diverse Eigenschaften aus.

„Abtastwert“ siehe auch Kapitel 28.2

Tabelle 159:

Eigenschaften des Substitutionsverfahrens:

Nur ein Messmikrofon nötig, daher preiswerter.

Kein kontinuierlicher Frequenzdurchlauf möglich, weil nur für die Frequenzen gemessen werden können, für die Korrekturwerte der Kammer vorliegen.

Im unteren Frequenzbereich ist die Auflösung relativ schlecht.

Die Korrekturen gelten nur für den gemessenen Messort (Kammermitte).

Die Messung ist nur für einen bestimmten Kammerzustand gültig.

Störlärm verfälscht das Messergebnis.

www.acousticon.de

Am Puls der Hörakustik.

Mehr als drei Jahrzehnte Erfahrung
und ungebremste Innovationsfreude.

Kompliziertes einfach machen. Komplexe Sachverhalte auf den Punkt bringen. Und zudem das vorhandene Know-how in optimaler Transparenz zur Verfügung stellen. So gehen wir bei Acousticon seit nunmehr über drei Jahrzehnten Tagtäglich für unsere Kunden ans Werk. Mit großer Liebe zum Beruf und zur Hörakustikbranche. Und mit einem hohen Anspruch an uns selbst, unsere Produkte und die Ergebnisse, die Sie am Ende durch unsere Leistungen erzielen können.

Durch die enge Zusammenarbeit mit Lehrinstituten, Forschungseinrichtungen und hochkarätigen Experten aus allen Bereichen der Branche sind wir der Zeit gerne auch mal einen Schritt voraus. Sei es als Perzentilspezialist der ersten Stunde. Als Entwickler einzigartiger Anpassverfahren wie TruTarget, AccuFit oder LPFit. Oder als Anbieter hochfunktionalen audiologischen Equipments. Bei allem was wir tun, bleiben wir hautnah am Bedarf und den Bedürfnissen unserer Kunden. Auf diese Weise entwickeln wir ebenso praxisorientierte wie wirtschaftliche Produkte und de facto – immer wieder auch zukunftsweisende Lösungen für Sie.

Acousticon. Ihr Partner mit Weitblick.



Acousticon Hörsysteme GmbH
Hirschbachstraße 48
D-64354 Reinheim
Telefon +49(0)61 62/93 24-0
Telefax +49(0)61 62/93 24-49
info@acousticon.de

acousticon



DIE RESPONSIVE ANPASSUNG



Die Hörsystemanpassung stellt einen Marathonlauf für den Schwerhörigen und seine Hörbahnen dar. Es ist Geduld und Durchhaltevermögen gefragt. Der Hörakustiker ist hierbei nicht nur der Fachmann für die Einstellung der Hörsystem sondern auch Coach und Motivator.

56. DIE RESPONSIVE ANPASSUNG

unter Mitarbeit von Hans-Dieter Radulea und Matthias Fröhner

56.1 DAS KONZEPT DER RESPONSIVEN ANPASSUNG

Die responsive Anpassung stellt eine **zielorientierte** und auf die **Bedürfnisse des Kunden** ausgerichtete Hörsystemanpassung dar. Sie unterstützt den Hörakustiker durch eine **strukturierte Vorgehensweise** bei dem Prozess der Hörsystemanpassung. Der Hörakustiker begibt sich mit dem Kunden gemeinsam auf den Weg des Anpassprozesses, so dass der Kunde **sich ernst genommen** fühlt und dadurch das notwendige **Vertrauen** gewinnt.

Responsive Anpassung

Responsive bedeutet reagierend, mitgehend, reaktionsfähig, entgegenkommend. Der Begriff findet zum z. B. beim **responsiven Webdesign** Anwendung, bei dem sich die Anzeige einer Webseite automatisch möglichst optimal auf den Bildschirm des Users anpasst.

Die responsive Anpassung beschreibt eine **zielgerichtete Methode** der Hörsystemanpassung, bei der in strukturierter und ernstnehmender Weise auf Kundenwünsche reagiert wird und der Kunde sich als **Mittelpunkt der Hörsystemanpassung** erlebt. Die responsive Hörsystemanpassung ist ein Prozess, bei der Akustiker und Kunde das Ziel immer im Blick haben und bereit sind, dafür eine gewisse Wegstrecke in Kauf zu nehmen.

Die Startphase

In der Anfangsphase wählt der Experte hierbei auf Grund der **Kundentypologie**, der **audiologischen Randparameter** und der im Gespräch geäußerten **Kundenwünsche** ein Hörsystem aus, das dann schon im Rahmen der Erstanpassung unter Nutzung moderner messtechnischer Verfahren, wie z. B. der Perzentilanalyse, zielorientiert programmiert wird.

Die Adaptationsphase erklären und erläutern

Der Kunde wird **aufrichtig** über den drei- bis vierwöchigen **Gewöhnungsprozess** aufgeklärt. Es werden **positive Erwartungen** geweckt, jedoch **keine nicht haltbaren Versprechungen** gegeben. Auch die anfänglich zu erwartenden **Schwierigkeiten und Empfindungen** werden thematisiert. Jedoch sollten diese nicht klein geredet, sondern dem Kunden das Gefühl gegeben, dass diese manchmal etwas schwierige Phase gemeinsam mit dem Hörakustiker erfolgreich bewältigt wird.

Die Adaptationsphase

Der Hörakustiker interessiert bei den Folgeterminen für die Erfahrungen des Kunden und **dokumentiert** diese. Auch in dieser Phase ist es entscheidend, dass sich der Kunde mit seinem Erleben **ernstgenommen** fühlt. Der Hörakustiker greift die Kundenaussagen auf, fragt gezielt nach und nimmt dann Anpassungen an den Einstellungen des Hörsystems vor, bzw. erklärt verständlich und nachvollziehbar, warum es sich lohnt, auch anfangs etwas unangenehme Höreindrücke für eine gewisse Zeit zu akzeptieren.

Ein Vergleich mit anderen Hörsystemen in herkömmlichen Sinn (vergleichende Anpassung) findet erst nach dieser Eingewöhnungszeit statt.

56.2 GRUNDLAGEN

Zwei **Grundthesen** prägen die responsive Anpassung:

- 1 **Entscheidende Grundvoraussetzung** für eine erfolgreiche Anpassung ist eine **vertrauensvolle Kundenbeziehung** in der sich der Kunde **ernstgenommen** fühlt.

Der Aufbau dieser Kundenbeziehung wird von Anfang an bewusst gepflegt. Die Rückmeldungen des Kunden werden im Anpassprozess **wertschätzend** aufgenommen und ihre große Bedeutung dem Kunden widerspiegelt. Dies bezieht sich sowohl auf **Ängste, Wünsche und Hoffnungen** die vor, während und nach der Anpassung vorgebracht werden, als auch auf **Beobachtungen und Mitteilungen** die der Kunde in der **Eingewöhnungszeit** macht.

„Grundlagen der Kundenberatung“ siehe auch Kapitel 40

Bei der responsiven Anpassungen werden die Anforderungen und Wünsche des Kunden bei der Anpassung in den **Mittelpunkt** gestellt. Obwohl bei dieser Methode die Kundenaussagen einen **hohen Stellenwert** haben, werden auch **messtechnische Verfahren** wie z. B. die Perzentilanalyse bzw. -anpassung gezielt zum Einsatz gebracht. Die responsive Anpassung führt, richtig durchgeführt, **nicht zu einer „Weichspülanpassung“** die in den meisten Fällen unwirksam wäre.

Voraussetzungen beim Einsatz dieser Methode sind **fundierte Fachkenntnisse** sowohl der Geräteeigenschaften, als auch der modernen Messtechnik.

- 2 Der **Gewöhnungsprozess** wird nachhaltig unterstützt, wenn über einen **längeren Zeitraum** der über das Hörsystem angebotene Reiz in **möglichst gleichbleibender Qualität und Form** bestehen bleibt. Das menschliche Gehirn kann sich schneller an die neuen Reize gewöhnen und diese besser interpretieren, wenn diese eine **Konstanz** aufweisen.

Der Wahl des ersten Hörsystems in einer Hörsystemanpassung und dem First-Fit kommt daher eine **besondere Bedeutung** zu, da der Kunde mit dieser Einstellung den Adaptionsprozess startet. Das Hörsystem wird hierbei **zielorientiert** programmiert. Bei einer Erstversorgung wird ausgelotet, welche Verstärkung dem Kunden „zugemutet“ werden kann, da eine zu **geringe Verstärkung** letztendlich für den Anpassprozess **nicht förderlich** ist.

Änderungen der Geräteeinstellung

Gravierende Einstellungsänderungen sind in der Anfangsphase der Adaptation nach Möglichkeit zu vermeiden. Eine Anpassung der Verstärkungsparameter im Sinne einer **gleitenden Anpassung** erfolgt bei Kunden mit einer Erstversorgung relativ rasch, da dies den Anpassprozess beschleunigt.

Bei der **richtigen** Durchführung der responsiven Anpassung zeigen sich in der Praxis überdurchschnittlich **gute Anpasserfolge**, die auch dadurch zustande kommen, dass **adäquate Verstärkungseinstellungen** in den meisten Fällen **akzeptiert** werden.

Wichtig ist, dass der Kunde **klar und verständlich** über den Gewöhnungsprozess aufgeklärt wird. Wenn er weiß, dass es rund drei Wochen dauert, bis sich das Gehör und die Hörbahnen an den neuen Reiz gewöhnt haben, dann ist er auch eher bereit, sich auf diesen Prozess einzulassen.

Eine vergleichende Hörsystemanpassung mit verschiedenen Hörsystemen erfolgt, so gefordert und vom Kunden gewünscht, erst nach einer Adaptationsphase von **4 Wochen**. Nur in sehr seltenen Ausnahmefällen wird schon nach einer Woche ein Gerätetausch vorgenommen. Für den Kunden besteht somit eine **bessere Vergleichsmöglichkeit** der jeweiligen Geräte und eine **gute Entscheidungshilfe**, da die Gewöhnungsprozesse zu diesem Zeitpunkt schon weitgehend erfolgt sind.

56.3 DIE WAHL DES GEEIGNETEN HÖRSYSTEMS: KÄUFERTYOLOGIE

Hörakustiker haben meist zwei oder drei Stammlieferanten, deren Produkte den Anpassern geläufig sind und deshalb zu guten Anpasserfolgen führen. Die Geräteausführungen unterscheiden sich durch die unterschiedliche Verstärkungsalgorithmen, die Verstellmöglichkeiten wie z. B. Potis oder Programmwahlschalter und liegen in verschiedenen Preissegmenten.

Im ersten Schritt wird angestrebt, ein **möglichst gut geeignetes Gerät** für den Kunden zu finden. Einige Hinweise ergeben sich aus dem Audiologischen Vorgespräch und den Daten der Audiometrie.

Anpassverfahren und Anpassmethoden

Jede Hörgeräteanpassung ist so einzigartig wie jeder einzelne Mensch. Trotzdem lassen sich Aussagen treffen, die als „Leitfaden“ eingesetzt werden können. Eine **Anpassmethode** beschreibt dabei das **strategische Vorgehen** bei einer Hörsystemanpassung. Sie kann vom ersten Kundenkontakt bis zur Abgabe des eingestellten Hörgeräts reichen. Beispiele sind:

- Die gleitende Anpassung
- Die vergleichende Anpassung
- Die responsive Anpassung
- Die Anpassung mit vorlaufender Akklimatisierung
- Die Anpassung bei Sprachbarrieren

Die **Anpassverfahren (Anpassregeln, prescription rules)** beschreiben Methoden zur Berechnung geeigneter Hörsystemparameter (z. B. die frequenzabhängige Verstärkung) auf Grund von individuellen audiologischen Daten.

In der Regel liefern sie Zielkonstruktionen, die als Ausgangsbasis für die Hörgeräteanpassung dienen. Bekannte Beispiel sind:

- HV/2
- Berger
- POGO
- DSL
- NAL-NL2
- DSL[i/o]

„Anpassverfahren“
siehe auch Kapitel 55

Bei der Auswahl der potentiell für den Kunden geeigneten Hörsysteme ist es hilfreich, neben den individuellen audiologischen Parametern des Kunden auch eine **Einordnung in eine bestimmte Käufergruppe** vorzunehmen.

Dem Kunden wird nach der Auswahl eines potentiell geeigneten Hörsystems durch den Hörakustiker erklärt: „Dieses erste Gerät ist für Sie besonders gut geeignet und bietet Ihnen für einige Zeit die Möglichkeit sich an die Hörgeräte zu gewöhnen und bestimmte Funktionen zu testen. Später können Sie natürlich auch noch andere Geräte testen. Sie haben dann durch die mit dem ersten Gerät gesammelten Erfahrungen besonders gute Möglichkeiten des Gerätevergleichs.“

56.3.1 Käufertypologie

Ohne die **Individualität des Kunden** aus dem Auge zu verlieren kann man ihn einer „Käufergruppe“ zuordnen. Unter Nutzung von Ansätzen aus der Konsumentenpsychologie lassen sich verschiedene Käufertypen unterscheiden, die sich durch ein **charakteristisches Muster** aus **soziodemographischen und psychologischen Merkmalen** auszeichnen.

Durch die Einteilung von Verbrauchern in unterschiedliche Schichten kann die **Gerätewahl erleichtert** werden. Einem „Technikfreak“ wird man kein Automatikgerät anbieten, weil dieser Programmwahl und andere Einstellungen selbst durchführen will.

Hinweise auf die Zugehörigkeit einer Käufergruppe

Hinweise auf die Zugehörigkeit zu einer bestimmten „Käufergruppe“ ergeben sich u.A. aus dem **Alter**, dem **Geschlecht**, dem **Beruf**, den **Hobbys**, dem **Einkommen**, **Kleidung** und **Schuhen** und dem **äußeren Erscheinungsbild**. Hilfreich sind auch Kenntnisse über das **verwendete Mobiltelefon** oder die **bevorzugte Automarke**. Schon im audiologischen Vorgespräch können **vertiefende Fragen** zu Beruf und Hobbys gestellt werden, um zu einer vernünftigen Einschätzung zu kommen. Die Art, wie der Kunde über seinen Beruf bzw. seine Hobbys spricht gibt einen guten Hinweis auf sein Engagement auf diesen Gebieten. Oft wird die Zuordnung auch durch ein „Bauchgefühl“ unterstützt.

Charakteristische Käuferschichten

- **Schmalhans, Geringverdiener:** Der Begriff steht für eine Käuferschicht, die mit einem **sehr begrenzten Budget** haushalten und auskommen muss. Heute zählen dazu viele Harz IV-Empfänger oder Personen mit einer **minimalen Rente**. Hier empfiehlt sich die Anpassung **preisgünstiger Geräte oder die Kassenausführung**.
- **Lieschen Müller und Otto Normalverbraucher:** Dies sind Kunden, die in Verdienst und Bedürfnissen einem **„Durchschnittsbürger“** entsprechen. Die Namen wurden aus Filmen in den allgemeinen Sprachgebrauch übernommen. So ist z. B. Lieschen Müller eine Figur aus dem 1961 gedrehten Filmmusical „Der Traum von Lieschen Müller“, in dem eine Büroangestellte vom Aufstieg in eine gehobene Gesellschaftsschicht träumt. Meist sind **Hörsysteme der Mittelklasse** für die Versorgung gut geeignet. Jedoch kann es auch sein, dass Lieschen Müller sich etwas leisten möchte und dann ein Gerät der höheren Preisklassen in Frage kommt.
- **Der Technikfreak:** Eine oft junge Person, die von den **neuesten technischen Geräte** begeistert ist. Er besitzt oder träumt von Smartphones neuester Generation, modernem Laptop, Digitalkamera, Smart Watch und Smart Glasses. Schon in seiner Jugend waren Technikspielzeuge und PC „angesagt“. **Hörsysteme mit umfangreichen Einstellmöglichkeiten und Zubehör** sind hier meist die richtige Wahl.
- **Der Markenbewusste:** Diese Käufergruppe kann man oft an der Kleidung und



Abb. 2166: Der „Schmalhans-Kunde“ hat Anspruch auf eine respektvolle Bedienung aber wahrscheinlich nur geringe finanzielle Mittel. Ein gut angepasstes Kassengerät wird in den meisten Fällen seinen Ansprüchen gerecht.



Abb. 2167: „Otto Normalverbraucher“

HÖRSYSTEMANPASSUNG BEI KINDERN



Die Kommunikationsfähigkeit ist für die soziale Entwicklung von Kindern ein entscheidender Faktor. Die Hörsystemanpassung bei schwerhörigen Kindern stellt den Hörakustiker vor besonderen Herausforderungen. Gleichzeitig birgt sie echte Erfolgserlebnisse, wenn man die Entwicklung der mit Hörsystemen versorgten Kinder über Jahre miterleben kann.

59. HÖRSYSTEMANPASSUNG BEI KINDERN (VON A. LIMBERGER)

Die häufigsten Gründe, warum ein Kind Hörsysteme trägt ist der **Zugang zur lautsprachlichen Welt**. Sprache stellt für diese hörgeschädigten Kinder den Hauptkommunikationsweg dar. Durch die **frühe Diagnose** von Hörstörungen können Hörsysteme schon **sehr früh angepasst** werden und die Familien begleitet werden.

59.1 ANFORDERUNGEN AN HÖRSYSTEME FÜR KINDER

Die Anforderungen von Kindern an Hörsysteme unterscheiden sich von denen von Erwachsenen zum Teil sehr deutlich:

- Kinder die mit einem Hörverlust geboren sind, bzw. diesen sehr früh erwerben, haben andere Bedürfnisse. Sie befinden sich meist am Anfang oder mitten in der **Sprachentwicklung**. Es müssen daher alle Laute für das Kind hörbar sein.
- Die Gehörgänge der Kinder unterscheiden sich akustisch deutlich von denen Erwachsener und verändern sich mit dem Wachstum. Die akustischen Übertragungseigenschaften müssen daher immer wieder überprüft werden und die Hörsystemeinstellung daran angepasst werden.
- Ein Baby oder Kleinkind kann seine Hörsysteme nicht selbst einsetzen, einschalten oder überprüfen. Es ist auf Hilfe durch Eltern oder andere Betreuerinnen und Betreuer angewiesen.

„Sprache“ siehe auch Kapitel 19

59.2 DIE 5 SCHRITTE DER ANPASSUNG



Abb. 2215: Die 5 Schritte der Kinderanpassung

Die Anpassung bei Kindern gliedert sich im Wesentlichen in 5 Schritte:

- 1 In der Beurteilung des Hörverlustes geht vor allem der Grad und die Art des Hörverlustes ein. Daraus leitet sich ab, welche Art der Verstärkung die sinnvollste ist.
- 2 Bei der Auswahl des Hörsystems stehen verschiedene Überlegungen an. Es muss die akustische Ankopplung gewählt werden (z. B. über Luftleitung oder über Knochenleitung), wie viel Verstärkung ist notwendig, z. B. aufgrund der elektroakustischen Messwerte, welche Features muss das System besitzen.
- 3 Die Verifikation stellt sicher, dass die notwendige Verstärkung auch am Ohr erreicht wird.
- 4 Im Bereich Information und Einweisung werden vor allem die Bezugspersonen des Kindes über die Handhabung und Erwartungen informiert. In dieser Phase werden Kind und Bezugspersonen eng betreut, so dass Probleme schnell behoben werden können.
- 5 Die Validierung des Anpasserfolgs ist an die Entwicklung des Kindes angepasst und wird mit zu erreichenden Meilensteinen verglichen.

59.2.1 Welches Kind bekommt ein Hörsystem?

Gemäß der derzeit gültigen Hilfsmittel-Richtlinie (HilfsM-RL, 24.03.2016) gilt für Kinder im Gegensatz zu Erwachsenen etwas abweichend (§28(3)): „Im begründeten Einzelfall ist eine Hörgeräteversorgung bei Kindern und Jugendlichen auch schon bei

geringgradiger Schwerhörigkeit möglich, z. B. dann, wenn das Sprachverständnis bei Störgeräuschen in der Umgebung deutlich eingeschränkt ist. Eine Hörgeräteversorgung ist auch dann zu erproben und ggf. vorzunehmen, wenn keine oder nur geringe Hörreste feststellbar sind.“ (G-BA 2016).

Damit wird berücksichtigt, dass Kinder, um Sprache zu verstehen und damit zu lernen einen besseren Signal-Rausch-Abstand (SNR) benötigen als Erwachsene und auch eine hochgradige Hörstörung nicht immer in eine Cochlea-Implantat (CI) Versorgung münden muss.

Die S2k-Leitlinie und das Konsensuspapier

Zur Auswahl und Anpassung von Hörsystemen bei Kindern steht eine S2k-Leitlinie (periphere Hörstörungen bei Kindern) und ein Konsensuspapier (Hörgeräteversorgung bei Kindern) der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP) zur Verfügung. Diese orientieren sich auch an den amerikanischen Gesellschaften wie der ASHA (American Speech Language Hearing Association, 2004), dem Joint Committee on Infant Hearing (JCIH, 2007) sowie der Pediatric Working Group (PWG, 1996) (AWMF 2012, DGPP 2012).

Vor der Hörsystemversorgung ist eine **umfassende audiologische Diagnostik** notwendig. Diese umfasst immer eine HNO-ärztliche Untersuchung und ausführliche Anamnese, außerdem je nach Alter:

■ 0 – 6 Monate alte Säuglinge

- Frequenzspezifische Hirnstammaudiometrie zur Abschätzung des Hörverlustes, möglichst für Knochen- und Luftleitung (möglichst mit Einsteckhörer) für wenigstens 2 Frequenzbereiche (500 und 3000 Hz) für jedes Ohr
- Hochfrequenztypanometrie (1000 Hz)
- Otoakustische Emissionen (TEOAE und DPOAE)

■ Ab einem Alter von ca. 6 Monaten (bezogen auf das Entwicklungsalter)

- Anbahnung bzw. Durchführung einer konditionierten Ablenkaudiometrie, möglichst mit Einsteckhörern
- Tympanometrie, ggf. Stapediusreflexschwellenbestimmung
- Otoakustische Emissionen (TEOAE und DPOAE)
- Hirnstammaudiometrie

„Kinderaudiometrie“
siehe auch Kapitel 14

■ Ab einem Alter von ca. 2 Jahren

- Anbahnung der Spelaudiometrie sonst weiter Ablenkaudiometrie
- Tympanometrie und Stapediusreflexschwelle
- Otoakustische Emissionen (TEOAE und DPOAE)
- Ggf. Hirnstammaudiometrie

■ Ab 3 – 4 Jahre

- Spelaudiometrie
- Alters- und sprachentwicklungsgerechte Sprachaudiometrie
- + ggf. objektive Methoden wie oben beschrieben.

■ Ab ca. 7 Jahren

- Jetzt kann auch zusätzlich eine Hörfeldskalierung durchgeführt werden

Für den Akustiker muss nach der ausführlichen Diagnostik vor allem bei Kindern, bei denen die Hörschwelle aufgrund der objektiven Methoden geschätzt wurde, klar erkennbar sein, mit welchen Werten er es zu tun hat. Aus Gründen der Qualitätssicherung sollten Akustiker immer die Werte für die geschätzte Hörschwelle bekommen (im Englischen geschätzt = estimated = dB eHL), damit die Fehlerquote beim Umrechnen minimiert wird.

Zielsetzung

Ziel sollte es sein, so früh wie möglich seitengetrennte subjektive Hörschwellen zu ermitteln, da diese im Vergleich zu den objektiven Methoden eine deutlich höhere Genauigkeit aufweisen und sich außerdem für mehrere Frequenzen Hörschwellen ermitteln lassen, so dass die Hörsysteme genauer auf den Hörverlust eingestellt werden können.²

59.2.2 Die Otoplastik

Je **kleiner** das Kind, desto mehr haben sich **weiche Otoplastiken** bewährt. Weiche Otoplastiken, meist aus Silikon haben ein deutlich niedrigeres Verletzungsrisiko und sind robust (Abb. 2216). Der Nachteil ist, dass sich das weiche Kinderohr an die Otoplastik anpasst und so mit der Zeit verformt wird, wenn die Abformung des äußeren Ohres mit **zu viel Druck** gefertigt wurde. Es ist daher gerade bei diesen sehr weichen, verformbaren Ohren darauf zu achten, dass das Abformmaterial gänzlich ohne Druck in das äußere Ohr eingebracht wird. Für größere Kinder sollte eine Acrylotoplastik gewählt werden, die bessere Übertragungseigenschaften besitzt.

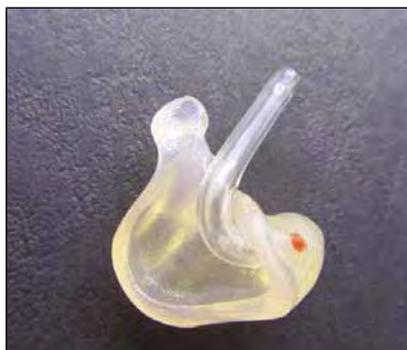


Abb. 2216: Silikonotoplastik für das rechte Ohr mit zusätzlicher Verankerung in der Cymba.

„Otoplastik“ siehe auch Kapitel 49

„RECD“ siehe auch Kapitel 53.9.5



Abb. 2217: Abmessen des Sondenschlauches an der Otoplastik, das Gehörgangsende steht ca. 3 mm über den Gehörgangszapfen hinaus, die Markierung findet sich an der Incisura intertragica.

59.2.3 Messung der Übertragungsfunktion des äußeren Ohres

In der Hörakustik beziehen sich viele Messungen auf das Gehörgangsrestvolumen, das in der Messbox durch den Kuppler nachgebildet wird. Der Kuppler hat ein Volumen von **2 ccm**. In der Realität hat sich allerdings gezeigt, dass das tatsächliche Volumen **sehr viel kleiner** ist. Bei **Kindern noch kleiner** als bei Erwachsenen. Was bedeutet ein kleines Gehörgangsrestvolumen? In einem großen Raum kann sich der Schall ausbreiten, **je kleiner der Raum, desto höher wird der Schalldruckpegel**, bei gleichem Eingangsschalldruckpegel. Das bedeutet, dass der Schalldruckpegel, der über das Hörsystem in den äußeren Gehörgang gelangt deutlich höher sein kann, als er durch die Software am Computer simuliert dargestellt wird. Neuere Systeme tragen dem mittlerweile mit einem kleineren Kuppler von 0,4 ccm Rechnung.

RECD

Die wichtigste Messung bei Kindern ist die **RECD (real-ear-to-coupler difference)**. Bei der RECD wird, im Gegensatz zur REUG (real-ear unaided gain), der **Gehörgang verschlossen**. Dies kann entweder über die individuelle Otoplastik geschehen oder über einen Schaumstoffstöpsel. Auf die Otoplastik wird ein Wandler gesteckt, der ein definiertes Signal an den Gehörgang abgibt, anschließend wird der gleiche Wandler an den 2 ccm Kuppler angeschlossen, die gleiche Messung durchgeführt und anschließend die **Differenz der beiden Messungen** berechnet, die RECD. Die RECD gibt an, wie stark die individuelle Übertragungseigenschaft des äußeren Ohres von der des Kupplers abweicht. Wird diese gespeichert, so können nun **alle folgenden Messungen an der Messbox** mit dieser hinterlegten RECD erfolgen und es wird der Schalldruckpegel angezeigt, der bei der vorgegebenen Verstärkung in diesem individuellen Ohr erreicht wird.

Der **optimale Sitz des Sondermikrofones** richtet sich am besten an der **Otoplastik** aus. Hierzu wird der Sondenschlauch **ca. 3 mm über das Ende des Gehörgangszapfens** gelegt und entlang des Bodens des Gehörgangszapfens gehalten und so beides zusammen ins Ohr gelegt. Die Markierung des Sondenschlauches wird sinnvollerweise in den Bereich der Incisura intertragica geschoben (Abb. 2217).

Es sollte immer eine **Messung** angestrebt werden, ist dies beispielsweise nur auf einer Seite möglich, so sollten die Werte auch für die andere Seite verwendet werden. Nur für den Fall, dass **keine** RECD-Messung möglich ist, können die hinterlegten, altersabhängigen, **Normwerte** verwendet werden.