

PMM-metingen

1 Inleiding

Om slechthorenden beter te laten verstaan versterken we het geluid.

Doordat het gehoorverlies van mensen verschillend is moet er telkens een andere frequentiekaracteristiek uit het hoortoestel komen.

Ieder oor heeft zijn eigen specifieke akoestische eigenschappen. Denk hierbij aan de grootte van de oorschelp, de diameter, vorm en lengte van de gehoorgang, de hoek waaronder het trommelvlies staat en de compliantie van het middenoor, kortom ieder oor is anders.

Hoortoestelfabrikanten kunnen hier maar betrekkelijk op inspelen. Zij nemen in hun berekening voor de versterking maar een beperkt aantal persoonsgebonden eigenschappen mee, zoals leeftijd, ervaring, en het soort oorstukje dat gebruikt gaat worden. Zij gaan er verder vanuit dat ieder oor hetzelfde is, en dat is dus absoluut niet zo. (het meenemen van REUR-respons is vaak wel mogelijk)

Bovendien, en niet in de laatste plaats, worden hoortoestellen aangemeten met maatoorstukjes of met domes. Deze bepalen in zeer grote mate de acoustiek in de gehoorgang en daarmee het geluid zoals dit bij het trommelvlies aankomt.

Om de benodigde versterking te verkrijgen, kunnen we zoals gezegd niet volledig rekenen op de berekeningen die de fabrikanten in hun modules hanteren. Het werkelijke resultaat met hoortoestellen kan het beste worden gemeten met **PMM-metingen**. (Probe Microphone Measurements).

Met PMM-metingen registreren we wat er vlak voor het trommelvlies met het geluid is gebeurd. Hierbij is het probleem omtrent de individuele oren opgelost, omdat we het eindresultaat, en dus alle bovenstaande aspecten meemeten.

Zo kunnen we uitstekend beoordelen of de geboden versterking door het hoortoestel wel past bij het gehoorverlies van de cliënt.

2 Hoe het begon

De voorloper van PMM-metingen was het meten op een 2 CC coupler. (zie fig.1) Dit is overigens een test die nog steeds gedaan kan worden. Je kunt er de exacte versterking en output mee bepalen en controleren of die overeen kwam met wat door de fabrikant werd opgegeven.



Fig. 1: voorbeeld van een oude 2 CC meetbox, met een meeteenheid, scherm en plotter.

Omdat we vroeger niet in het oor zelf konden meten, werden hoortoestellen in de gebruiksstand gemeten op een kunstoor. Een 2 CC coupler dus. Met dit soort metingen werden de versterking, de output en de vervorming van hoortoestellen in de in beeld

gebracht en die gaven een "ongeveer beeld" aan van hoe de cliënt er zich mee moest redden. Dus geen rekening houdend met het individuele oor.

3 De ontwikkeling van REM metingen

Door de jaren heen is de apparatuur steeds verder verfijnd en kwamen er, naast de 2 CC meetmogelijkheid, ook meetmicrofoons op de markt die zo klein waren dat ze voor Real Ear metingen toepasbaar waren. Ook de intrede van de rekenkracht van de computer heeft het mogelijk gemaakt dat men sneller, beter en meer kon gaan meten.

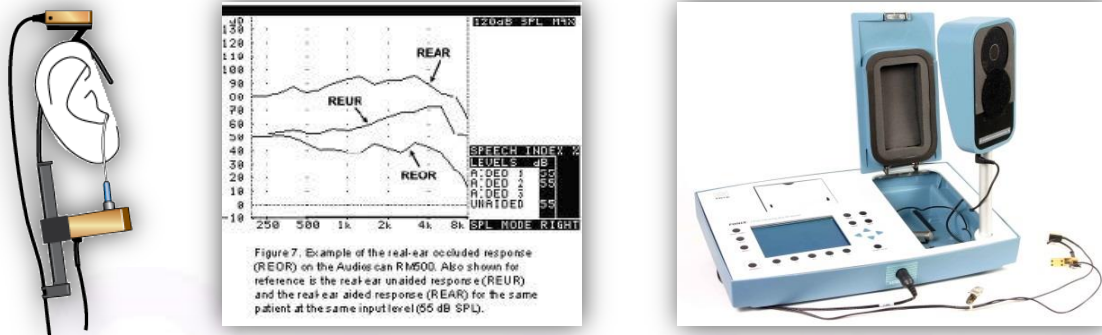


Fig. 2: Wat indrukken uit de oude doos
 Links: tekening van een van de eerste meet- en referentiemicrofoons
 Midden: print van wat oudere responsmetingen
 Rechts: Voorbeeld van wat meer eigentijdse apparatuur

De ontwikkelingen zijn heel hard gegaan. De software ziet er nu toegankelijk uit en beperkt zich niet alleen meer tot het analyseren van curves maar is ook goed inzetbaar geworden om het resultaat en de mogelijkheden met cliënten door te spreken. Dit noemt men ook wel counseling. Men kan de cliënt aan de hand van de metingen nu goed uitleggen waarom een bepaalde versterking nodig is en wat de regelverschillen zijn tussen de hoortoestellen onderling.



Fig 3 Voorbeelden van moderne REM-en VSM-apparatuur.
 Links: de Affinity
 Midden: de MedRx
 Rechts: de New Aurical met Freefit.

4 De voordelen van PMM-metingen

Geen oor is gelijk en het voorspelde resultaat van fabrikanten-software, is uitsluitend een gesimuleerd resultaat. Alleen als er sprake zou zijn van een "gemiddeld" oor (fabrikanten gaan uit van 2CC-oor of van een O.E.S.-oor) zou het versterkingsresultaat behoorlijk goed in de buurt komen van wat de software je laat zien.

Pas als je echt gaat meten wat er in het oor van de cliënt gebeurt, weet je of het gesimuleerde resultaat van de fabrikant wel echt klopt. En... u raad het al, dit is lang niet

altijd het geval. De in de inleiding genoemde factoren zijn de oorzaak van deze afwijkingen.

Verrichten we dus een aanpassing zonder PMM-metingen dan werken we op basis van subjectieve factoren (factoren die de cliënt aangeeft) en onze eigen inschatting van wat de cliënt bedoelt (het is wat scherp, te hard, het geluid is dof, mijn eigen stem klinkt alsof ik in een emmer praat enz.) Kortom de audiicien gaat draaien aan regelaars tot een cliënt aangeeft dat het beter gaat. Maar veel hoortoestelgebruikers kunnen dit niet goed aangeven of hebben geen idee wat nu eigenlijk normaal is. Men is immers al een hele tijd slechthorend!

Mensen die voor het eerst hoortoestellen krijgen zijn vaak al 7 tot 10 jaar slechthorend. Zij zijn in zekere zin vergeten hoe het hoort om te horen.

Maar ook bij cliënten die al lange tijd hoortoestellen gebruiken is het soms opmerkelijk hoe mensen gewend zijn geraakt aan hoortoestellen die slecht zijn aangepast.

Door objectief met PMM- metingen vast te stellen wat er daadwerkelijk wordt gerealiseerd kunnen we cliënten de juiste adviezen geven en echt helpen om beter te gaan horen en ook beter te kunnen verstaan. Daarnaast krijgen audiiciens zelf ook veel meer inzicht in waar ze eigenlijk echt mee bezig zijn.

Als hoortoestellen op basis van subjectieve input zijn ingesteld, loop je de kans dat de cliënt maar blijft terugkomen om steeds zijn hoortoestellen maar weer bij te laten stellen. Cliënten verwachten meer en het resultaat blijft te beperkt. PMM metingen zijn ook zeer nuttig bij mensen die wel "tevreden" zijn. Er valt op diverse fronten vaak nog wel wat te optimaliseren waardoor het spraakverstaan en de algemene geluidswaarneming voor de cliënt kan verbeteren.

PMM-metingen lossen echter ook niet alle problemen op.

Er blijven subjectieve factoren die niet te meten zijn. Het karakter van geluid, wat vindt een cliënt prettig, wat is de gemoedstoestand van een cliënt, gewenning, motivatie, neurale verwerking van informatie..... We hebben het al eerder gesteld, we hebben te maken met individuele gehoorverliezen, bij elke cliënt is het weer net een beetje anders, en er is altijd een persoonlijk verhaal.

Zo is er ook geen rekenregel, waarop hoortoestellen worden ingesteld, die voor iedereen goed is.

Het zo goed mogelijk afstellen van hoortoestellen vereist een individuele aanpak, zien wat je doet is hierbij noodzakelijk.

5 Software

De metingen vinden plaats m.b.v. de software van de fabrikanten van PMM-apparatuur.

Bij Otometrics heet de software "OTOSuite". Deze biedt tal van mogelijkheden voor counseling, hearingloss simulator, Master Hearingaid, audiometrie, VSM/REM, HIT-metingen, video-otoscopie en impedantiemetrie. Ook is aankoop zonder REM-module mogelijk. Dan kunnen er alleen VSM metingen gedaan worden.

De al wat oudere REM-metingen met de Aurical (zonder VSM) worden uitgevoerd met "Aurical (plus) REM" Ook hier is vaak een module aanwezig om "HIT-metingen-2 CC" mee te maken.

Bij de Affinity apparatuur heet de software "Affinity & Equinox Suite". Het is een module om Audiometrie, VSM/ REM-metingen mee te maken. Ook HIT metingen kunnen met deze module en apparatuur worden uitgevoerd. Welke metingen er gedaan kunnen worden hangt af van de aangekochte licentie. De meeste winkels van Beter Horen kunnen alleen VSM metingen uitvoeren.

Bij de MedRx worden de metingen uitgevoerd met de "Avant" software. Deze kent meerdere modules, afhankelijk van de aangeschafte hardware. Deze kan bevatten audiometrie, REM/LSM, HIT en video-otoscopie.

Alle boven beschreven modules hebben NOAH als basis database waarin de audiogrammen en cliëntgegevens staan opgeslagen. Ook de meetsessies REM en VSM zullen in NOAH worden opgeslagen, en steeds weer oproepbaar zijn.

6 De werking van PMM metingen

Met PMM-metingen meten we de geluidsdruk in het oor vlak voor het trommelvlies (met én zonder hoortoestellen). Hieronder een bespreking van de diverse onderdelen en hun werking in het geheel.

6.1 De probeslang

We doen dit zoals gezegd met een zeer dunne slang die aan het uiteinde vlak voor het trommelvlies wordt geplaatst (de probeslang). Het begin van de probeslang is bevestigd aan de meetmicrofoon.

6.1 De referentiemicrofoon

Naast de meetmicrofoon is er ook een referentiemicrofoon (ook wel regelmicrofoon genoemd). Deze referentiemicrofoon is de microfoon die meet en terugkoppeld naar de software opdat het testgeluid wat uit de luidspreker komt altijd de juiste intensiteit heeft.

Bijvoorbeeld:

De software van een REM-module geeft aan dat er 60 dB uit de luidspreker komt. De referentiemicrofoon controleert dit en constateert 55 dB. De meetmodule krijgt dus teruggekoppeld dat het geluid slechts 55 dB is en maakt het geluid 5dB harder. Via de referentiemicrofoon wordt teruggekoppeld dat het geluid nu slechts 59 dB is. De meetunit corrigeert opnieuw 1 dB en krijgt teruggekoppeld: 60 dB.

Nu draait de cliënt zijn hoofd en loopt de ontvangen geluidsterkte op tot 61 dB. Referentiemicrofoon zegt: 61 dB, dus te hard. Unit verzwakt geluid tot 60 dB.



Fig. 4: De locatie van een referentie microfoon

Ook de afstand van de cliënt tot de luidspreker wordt op deze wijze gecorrigeerd. Optimale afstand is ½ tot 1 meter van oor tot luidspreker.

De controle en terugkoppeling vindt meerdere keren per seconde plaats en regelt het systeem dus doorlopend bij. Zo krijg je dus een regelsysteem wat ervoor zorgt dat het testgeluid wat uit de luidspreker komt altijd de aangegeven intensiteit heeft

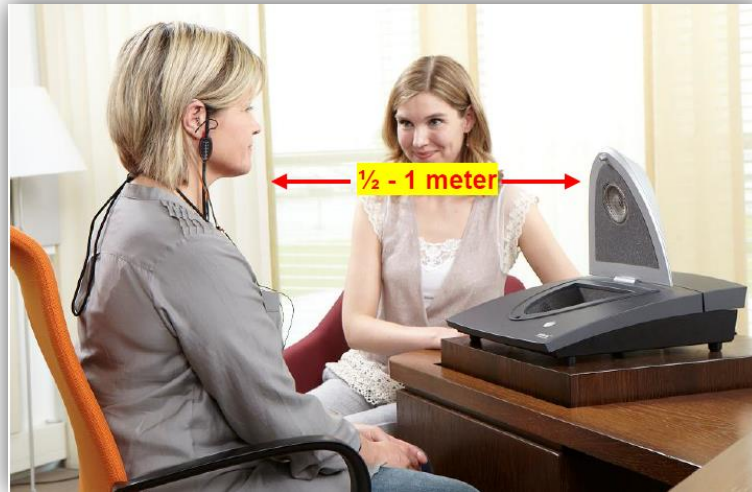


Fig. 5: De optimale afstand voor een PPM-meting

6.3 Calibratie van de apparatuur

Nog voor we ergens mee beginnen moet onze apparatuur gecalibreerd worden. Door de probemicrofoon naast de referentiemicrofoon te plaatsen en een calibratie te starten, zal het systeem de curve van de meetmicrofoon aanpassen zodat beide microfoons in beginsel dezelfde waarde aangeven. (Zie fig. 6) Pas dan kunnen we echt starten met de PMM-metingen.

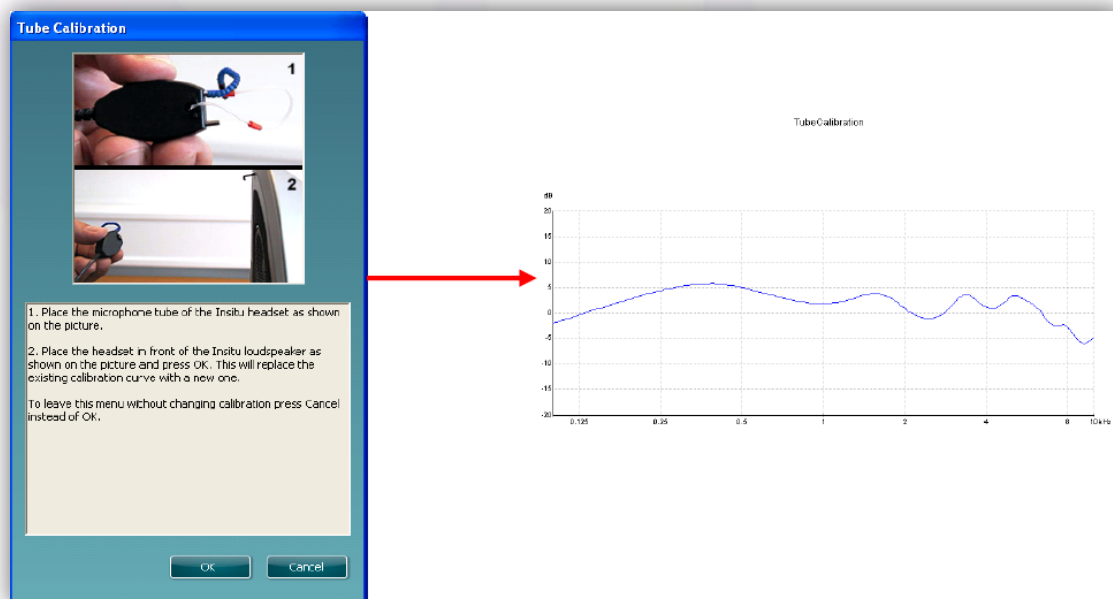


Fig. 6:

Links: De probeslang wordt in de speciale plek gefixeerd voor calibratie
 Rechts: De gemeten afwijking van de probemicrofoon (door de slang) die gecorrigeerd zal worden door het systeem, om beide microfoons exact hetzelfde te laten meten

Dus een geluid van 60 dB wordt nu, door zowel de meetmicrofoon als de referentiemicrofoon als exact gelijk gemeten. Het meten en regelen met 2 microfoons is nodig omdat één microfoon (probemicrofoon) het oor in verdwijnt en soms achter een oorstukje opgesloten zijn werk moet doen. De referentiemicrofoon houdt daarbij constant de luidheid van het testsignaal in de gaten.

BELANGRIJK:

Audiometrie altijd compleet en juist!

Het lijkt overbodige informatie, maar als het audiogram waarop u de metingen wilt baseren niet klopt, te oud is, of niet volledig is, heeft het meten met REM of VSM geen zin.

Er wordt immers een doelcurve berekend op basis van dit audiogram. Dus ook van een niet onjuist of incompleet audiogram, als dit zo in uw systeem staat opgeslagen.

Ga bij twijfel eerst opnieuw meten of voer actuele gegevens in!

6.4 Plaatsing van de probe-slang

Of we nu REM- of VSM-metingen doen, in de basis is het belangrijk om na de calibratie de probe-slang op de juiste wijze in het oor te plaatsen.

We zorgen er bij alle PMM-metingen voor dat de probeslang vlak voor het trommelvlies komt te liggen. Op deze plek willen we meten wat de geluidsdruk is.

Opmerking:

Het spreekt voor zich dat we met de plaatsing van deze probeslang voorzichtig dienen om te gaan. LET OP ! bij plaatsing van de probeslang mag het trommelvlies niet geraakt worden.



Fig. 7: Probeslangetjes

Opmerking:

De diameter van een probeslang is heel klein (minder dan 1 mm) en kan dus ook snel verstopt raken met cerumen.

Het otoscopiëren van de oren dient dan ook altijd als eerste te gebeuren. Een teveel aan oorsmeer kan u doen besluiten de oren eerst te laten schoonmaken.

Om een betrouwbare respons te krijgen van hetgeen we meten dient de probeslang in ieder geval voorbij het uiteinde van het oorstukje uit te komen. Nog beter is dicht bij het trommelvlies. Wees voorzichtig en probeer het uiteinde van de probeslang ongeveer 5 mm voor het trommelvlies te plaatsen.

Op iedere probeslang zit een markeerring zodat u kunt zien hoe diep u de slang in het oor gestoken heeft. U kunt veilige gemiddelde maten aanhouden m.b.v. deze markeerring door deze in te stellen op 31 mm vanaf het uiteinde voor mannen en 28 mm voor vrouwen. De meeste microfoonsets zijn uitgevoerd met een mm-schaal waarop u dit kunt afmeten.



Fig. 8: Het op de juiste lengte plaatsen van de markeerring

Het slangetje is heel bewegelijk omdat het door de bochten in de gehoorgang moet lopen en ook omdat het oorstukje erlangs geplaatst moet kunnen worden. Het geheel moet voor de cliënt comfortabel aan blijven voelen.

U kunt de slang voorzichtig in het oor doen, soms helpt het door het licht te draaien tussen uw vingers en het zo te positioneren.

Onder het hoofdstuk REM (pag 8) komen we nog even op de plaatsing van de probe terug. Er is namelijk ook nog een truc waarbij je precies kunt meten of de slang goed geplaatst is.

Opmerking:

Als u eerst in het oor heeft gekeken dan weet u of/en waar er eventueel oorsmeer aanwezig is, dit dient u te omzeilen om dichtraken van de slang te voorkomen. Als de slang dichtraakt met oorsmeer heeft de meting uiteraard geen enkele waarde meer, de getoonde curves zijn dan niet betrouwbaar!



Fig. 9: Plaatsing van de probe tube door het oor open te trekken en de slang voorzichtig, (eventueel) licht draaiend, in de gehoorgang te schuiven.

7 REM of VSM ?

Op de meeste Affinity's kunnen alleen VSM metingen worden gemaakt. In theorie willen we in deze syllabus ook alle REM-metingen behandelen die u meer inzicht zal geven. Het kan zijn dat u de kennis nodig heeft i.v.m. de communicatie met een Audiologisch Centrum. Ondanks de wat beperkte VSM module is het mogelijk om diverse response metingen te maken waaruit ruim voldoende conclusies kunnen worden getrokken. Deze metingen zullen we u in de praktijk laten zien.

7.1 VSM metingen

Bij VSM-metingen wordt direct het eindresultaat met de hoortoestellen gemeten en vergeleken met de doelcurve die voortkomt uit het audiogram en de de gekozen rekenregel.

Het testsignaal wordt gestart. De cliënt kan meekijken naar het resultaat van de hoortoestellen, ziet hoe de stimuli worden weergegeven met het hoortoestel.

Over het algemeen is het de bedoeling dat de audicien kan analyseren of zachte spraak wel boven de gehoordrempel wordt gebracht en of de harde input niet boven de UCL uit gaat komen. In z'n algemeenheid dient spraak qua vorm in de verschoven "spraakbanaan" terecht te komen.

Toch kunnen er met de VSM module ook response metingen gemaakt worden waaruit blijkt of de probe slang goed geplaatst is of wat de REUR waarde van een oor is. Ook is het mogelijk om de REOR uit te voeren. Meer over deze metingen in het onderdeel REM-metingen waarin ze uitgebreid besproken worden.

7.2 REM-metingen

Met REM-metingen kunnen we exact de versterking en de output vaststellen per gewenst ingangssignaal.

Het ingangssignaal kan door u worden ingesteld van meestal 40 tot 90 dB. Daarnaast kunt u ook kiezen uit verschillende stimuli.

Op deze manier kunt u vaststellen wat de versterking en output is bij lagere input, maar ook hoe het hoortoestel zich gedraagt bij veel hogere input. Het toestel dient dan (meestal) te comprimeren of in ieder geval de outputbegrenzing in te schakelen.

Er zijn voor REM-metingen diverse testsignalen ontwikkeld van ruis, zuivere tonen, warbletonen, tot diverse spraaksignalen. Daarnaast zijn er "ICRA's, deze worden vaak gebruikt door AC's. Deze referentietest is te gebruiken en zijn ontwikkeld om versterking en output te meten van spraakachtige geluiden, ruisachtige geluiden of een combinatie van beide. Hierover later meer.

8 REM-metingen

8.1 REUR (Real Ear Unaided Respons)

Bij REM-metingen dient, na de slangcalibratie en probetube plaatsing altijd eerst de open gehoorgang respons gemeten te worden. Deze meting noemen we de REUR (Real Ear Unaided Respons).

Bij ieder mens is die weer net een beetje anders. Operatieoren, grote gehoorgangen of juist hele kleine gehoorgangen en effecten van middenoorproblemen, zoals trommelvliesperforaties worden met deze meting zichtbaar.

Gemiddeld ligt de opslingering van de versterking vaak tussen de 2 KHz en de 4 KHz, maar bij ieder mens is de grootte van de versterking verschillend en liggen de pieken vaak net iets anders.

8.2 REUG (Real Ear Unaided Gain)

Dit betreft in feite dezelfde meting als hierboven beschreven REUR, echter hierbij wordt de gain weergegeven en niet de output (Respons).

8.3 Plaatsing probe slang

Er is een mogelijkheid om de probe-slang uiterst nauwkeurig te positioneren.

U kunt namelijk met een warbletoon van 6 Khz bepalen hoever u nog van het trommelvlies af bent. (zie fig 10) Door de probeslang, tijdens het meten van de output, voorzichtig in en uit de gehoorgang te bewegen, kan men er vanuit gaan dat op het punt waar de laagste output gemeten wordt, het trommelvlies nog 14 mm verderop ligt. De slang kan dan dus nog 9 mm vanaf dit punt het oor in geschoven worden. Controleer altijd met de otoscoop de plaatsing van de probeslang.

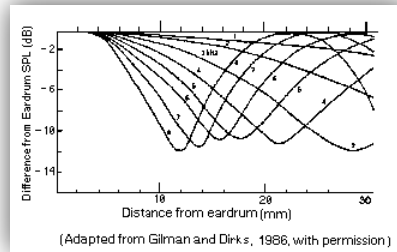


Fig. 10: Het verschil in geluidsterkte bij verschillende afstanden van het trommelvlies, u ziet dat naar mate de slang verder van het trommelvlies komt te liggen de dB's afnemen en de meting voor de hoge tonen dus minder betrouwbaar wordt.)(Bron: audiologieboek.nl)

Opmerking:

De laagste output en de afstand tot het trommelvlies varieert per frequentie (Zie figuur 10). Dit heeft te maken met de golflengte en het gedrag van de geluidsgolf in een aan één zijde afgesloten buis (gehoorgang). De verschillen in output en de afstand naar het trommelvlies kunnen variëren bij 6 KHz tot zo'n -10 dB! Let op dit is niet altijd zo, enige oefening met deze "slangplaatsingstest" is vereist. Als u deze test wilt toepassen dient u de juiste plaatsing, zeker als u hier nog niet ervaren in bent, altijd nog even te controleren met de otoscoop.

Opmerking:

De apparatuur van Otometrics (freefit) heeft ook een speciale "probe placement test". Hier wordt een breedbandige ruis ten gehore gebracht waarbij duidelijk wordt dat de diepte van de plaatsing van de probe de curve in de hoge tonen beïnvloed. De probe is juist geplaatst als de "notch" de hoge tonen niet verder naar beneden trekt. Een filmpje hierover is te zien op: <http://www.youtube.com/watch?v=95INcoB2mSo>

De Affinity heeft deze test niet aan boord, toch is het bekijken van het filmpje de moeite meer dan waard.

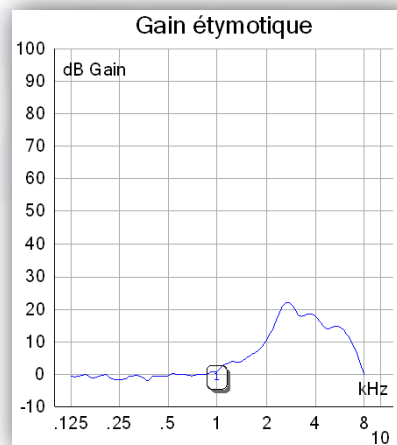


Fig. 11: Een open ear curve kan er ongeveer zo uit komen te zien

8.4 REOR (Real Ear Occluded Repons)

Deze meting is niet echt verplicht om uit te voeren, maar voor het inzicht in wat het oorstukje (of de dome) met de akoestiek doet, is het zeker nuttig.

U meet namelijk de output (Respons) vlakbij het trommelvlies met het hoortoestel + oorstukje in, maar wel met uitgeschakeld hoortoestel. In deze meting komt de output dus in beeld waarbij het afsluitend effect van het oorstukje wordt gemeten. Veelal heeft

dit een dempende werking. Ook effecten van thintubes en domes op de natuurlijke versterking van de gehoorgang (REUG) kunt u hiermee vaststellen.

8.5 REOG (Real Ear Occluded Gain)

Dit betreft dezelfde meting als hierboven beschreven (REOR), in dit geval wordt hij echter weergegeven in versterking (Gain) en niet in output (Respons)
Zie figuur 12.



Fig. 12: De zwarte lijn geeft de natuurlijke opslinging van het open oor aan (REUG). Sluiten we het oor af met een oorstukje, dan is er van deze opslinging niet langer sprake, sterker nog we hebben ineens te maken met een forse demping die het hoortoestel ook moet compenseren (rood = REOG)

8.6 REAR (Real Ear Aided Response)

Nu wordt het hoortoestel aangezet en verrichten we de REAR-meting, (Real Ear Aided Respons) en wordt het eindresultaat, in outputweergave (Respons) van het hoortoestel gemeten vlak bij het trommelvlies. Alle effecten van oorstukje, open-ear-respons en hoortoestel worden meegemeten. Deze REAR meting is hetzelfde als de VSM-meting met de Affinity.

8.7 REAG (Real Ear Aided Gain)

Dit betreft eigenlijk de zelfde meting als hierboven beschreven (REAR), alleen nu is de notatie in versterking (Gain) weergegeven en niet in output (Respons)

8.8 REIR (Real Ear Insertion Respons)

Dit is geen meting! Het is een berekening!

De REIR wordt berekend door een REAR te verminderen met de REUR. Als u kiest voor een "REIR-meting" wordt op de achtergrond, nadat u de REUR heeft gemaakt, een REAR getest. De REIR is de netto respons. Dus REAR verminderd met de natuurlijke versterking van de gehoorgang (REUR)

8.9 REIG (Real Ear Insertion Gain)

Zelfde als hierboven beschreven (REIR), echter hierbij in versterking (Gain)
 Bij de REIG zie je de netto versterking die het hoortoestel geeft. De REIR/REIG is zoals ook eerder gesteld, geen meting maar het is een berekening.
 Als men kiest voor de "REIG-meting" dan wordt op de achtergrond een REAG-meting gemaakt. De REIG wordt hieruit berekend. En zo lijkt het alsof er een "REIG-meting" wordt gemaakt.

De REIG geeft als curve de netto versterking ofwel het netto rendement van het hoortoestel. (gemeten totale versterking minus de natuurlijke opslingering)
 (formule: $REIG = REAG - REUG$)

8.10 RE/IO (Real Ear Input Output meting)

Als laatste is het soms mogelijk om met REM input/output metingen te doen. Je kunt dus kijken hoe het hoortoestel zich gedraagt bij een toename van het geluid. Aan de hand van de input/outputkarakteristiek kan de compressiefactor worden berekend. Het resultaat van de meting is wel afhankelijk van de gekozen input. Zeker als je het wilt vergelijken met de compressiefactor van de fabrikantenmodule waar je het hoortoestel mee aanpast. Je kunt kiezen uit Warbletonen (naar eigen keuze) en uit ruissignalen.

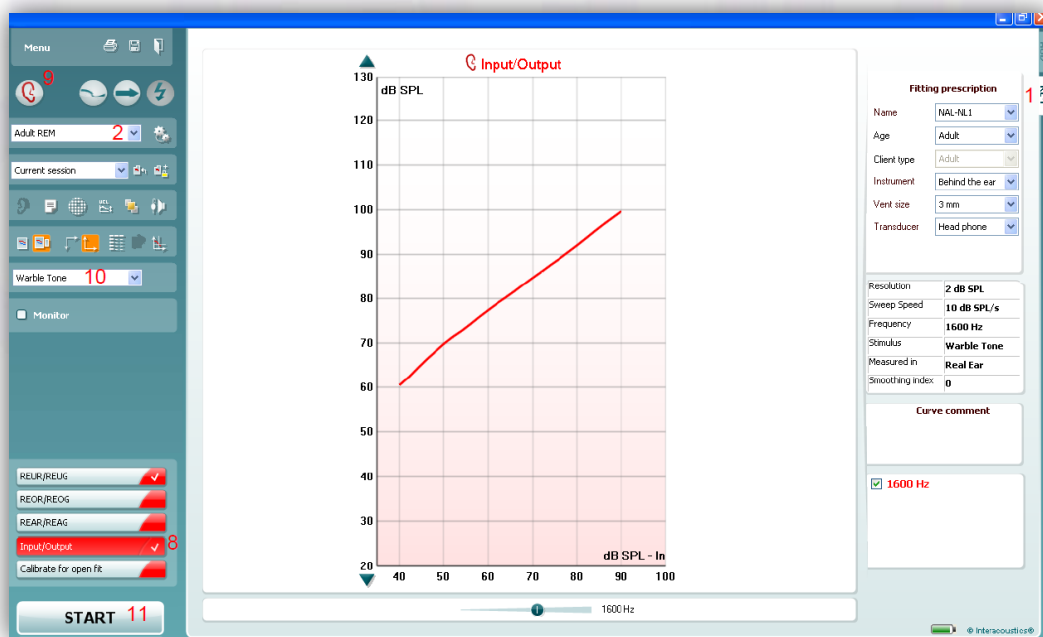


Fig. 13: input/outputschermb van de Affinity-REM module
 Dit is overigens wel een behoorlijk lineair toestel

9 Meetstimuli

Om een juiste weergave te krijgen over wat het hoortoestel precies doet vlak voor het trommelvlies is het van belang de stimuli te kiezen waarvan je graag de respons wilt meten.

9.1 De Aurical REM-module

De Aurical REM-module kan alleen met ruisstimuli werken (witte ruis, gewogen LTASS-ruis, spraakruis en gemodeleerde spraakruis e.e.a afhankelijk van de versie van de Aurical) én Warbletonen.

Bij REM metingen willen we vaak weten hoe hoortoestellen spraak versterken, dus het is het beste om een signaal te kiezen wat het dichtst bij spraak in de buurt komt. Daarnaast willen we niet dat de hoortoestellen de automatische ruisonderdrukking inschakelen, als we een testsignaal laten horen.

Gemodeleerde spraakruis is bij de Aurical REM dan het beste. Tenzij je natuurlijk de ruisonderdrukking wilt meten, dan is het verstandig hier ook ruis voor te kiezen. Wellicht nog de beste oplossing is, om in deze situatie de feature "ruisonderdrukking" in het hoortoestel uit te schakelen en later na het meten weer aan te zetten.

9.2 De Affinity

Bij de Affinity, Avant en de OTOSuite suite (new Aurical met freefit of speechlink) is het mogelijk om veel meer stimuli te kiezen. De keuze zal vooral afhangen van wat je wilt weten.

Over het algemeen wil men weten of het hoortoestel bij spraaksignaal de juiste versterking geeft. Het ISTS signaal (International Speech Test Signal) is dan het meest gebruikte testsignaal. Daarnaast is er een keur aan ICRA's en je kunt ook zelf geluiden opnemen en afspelen.

Opmerking

ISTS is een testsignaal wat in zes verschillende talen de tekst leest van: "The north wind and the sun" Het gaat om het Amerikaans, Arabisch Chinees, Frans, Duits en Spaans. Deze talen zijn weer in fragmenten geknipt en later weer gemixed aan elkaar geplakt. Het leidt tot onverstaanbare teksten, maar wel goed geschikt om response van hoortoestellen reproduceerbaar te meten.

Verder is er de mogelijkheid van "live-geluiden" waarvan realtime de versterking/respons kan worden getoond. Let op, dit zijn geen testgeluiden die reproduceerbaar zijn. Wel kunnen ze een goede indruk geven over wat het hoortoestel ermee doet, maar ze zijn zeker niet bedoeld om te gebruiken om er de doelversterking mee in te gaan stellen.

Opmerking:

Wanneer u de REM/VSM respons wilt vergelijken met de gegevens van de fabrikantenmoduul, dan dient u in de hoortoestellen de moduul te kiezen voor weergave van de insitu respons, dezelfde stimuli en hetzelfde ingangsignaal. Anders gaan vergelijkingen niet op.

Ook de rekenregel dient bij vergelijkingen tussen de opgegeven waarden in de fabrikanten moduul en de gemeten waarden in de meetmoduul wel hetzelfde te zijn.

De duur van het testsignaal (stimuli) dient bij bijvoorbeeld ISTS wel lang genoeg aan te staan om door de module goed geanalyseerd te kunnen worden. Op het moment dat er te kortdurend signaal wordt gemeten, is de spraak nog niet goed geanalyseerd. De ISTS stimulus is een signaal op LTASS-basis. LTASS staat voor "Long Time Average Speech Signal". Het gaat er hierbij om dat de zachte en luidere spraakcomponenten goed de tijd moeten krijgen om in de gemiddelden van de meting mee te wegen. De duur van de stimulus moet daarom minimaal 14 seconden zijn.

10 Rekenregels

Naast de juiste stimuli, dient er ook aandacht te zijn voor de keuze van de rekenregels. Het hoortoestel is aangepast volgens een van de rekenregels die de aanpassoftware van de fabrikant het programma te bieden heeft. Dit kan de standaard rekenregel zijn van

het programma, maar ook een favoriete rekenregel die u speciaal t.b.v. uw cliënt heeft gekozen.

Opmerking:

Iedere fabrikant heeft een eigen visie over hoe er met geluidsversterking in hun hoortoestellen om dient te worden gegaan. De gekozen rekenregel zal het audiogram altijd als basis gebruiken. Daarnaast wordt er rekening gehouden met de mate van ervaring bij de slechthorende, zijn/haar leeftijd, een of twee hoortoestellen, geslacht en nog meer.

Bekende rekenregels zijn NAL-NL1, NAL-NL2, DSL

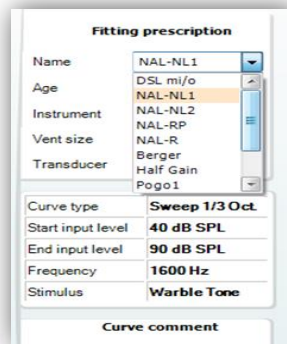


Fig. 14: Ruime keuze aan rekenregels.
Deze zijn voor handen bij vrijwel alle soorten meetapparatuur.
NAL-NL2 daarin tegen niet altijd bij Aurical REM.

10.1 Welke rekenregel nu te kiezen?

Eerst iets meer over rekenregels:

NAL-NL1 staat voor National Audiologic Laboratories (Australië) en NL staat voor Non Liniar. De "1" staat voor het versienummer van de rekenregel.

Er is dus ook een NAL-NL2. Dat is wel een zeer populaire rekenregel, die vooral bedoeld is om het spraakverstaan goed versterkt te krijgen. Deze rekenregel houdt naast het audiogram, rekening met leeftijd, geslacht, ervaringsniveau en 1 of 2 hoortoestellen. Het is zoals de naam al doet vermoeden een verbetering van NAL-NL1.

NAL-NL2 kan goed worden toegepast bij mensen met een perceptief gehoorverlies, ook voor mensen die voor de eerste keer een hoortoestel gaan gebruiken en verbetering willen in het verstaan van spraak.

NAL-NL1 is iets luider, kan goed worden ingezet voor ervaren hoortoestelgebruikers die problemen hebben met het spraakverstaan en de wat grotere gehoorverliezen.

NAL-NL1 en NAL-NL2 zijn de meest gebruikte rekenregels bij verschillende perceptieve verliezen en dient ook vaak als basis voor de eigen rekenregel van de meeste fabrikanten.

De DSL rekenregel is bedoeld voor kinderen en voor mensen met grote gehoorverliezen. De rekenregel is erop gericht om alle geluiden van hard tot zacht in het hoorbare gebied van de cliënt te krijgen.

Opmerking:

Rekenregels als half-Gain, Pogo, Berger e.d. zijn een beetje ouderwets. Niet gebaseerd op A-liniare hoortoestellen, maar juist op de liniare technieken van vroeger. Ze worden niet echt meer gebruikt, maar staan nog wel in het keuze lijstje.

De NAL-NL1 en NAL-NL2 rekenregel kunnen geleidingscomponenten meecalculeren. Bij het kiezen van de rekenregel dient dan wel te worden aangegeven, dat met de beengeleidingsdrempel rekening moet worden gehouden. Anders gaat de rekenregel uit van een perceptief gehoorverlies.

Uiteraard moet de beengeleiding dan wel gemeten zijn. Zodra er een airborne gap bestaat, wordt de versterkingsberekening aangepast. Het meten van de beengeleiding is ook hier dus weer van belang, net als het meten van een UCL. De rekenregels houden hier rekening mee, dus meet ze altijd, of voer ze in op basis van het recept.

11 VSM, LSM, SM of VSP

Deze afkortingen staan respectievelijk voor:

VSM = Visible Speech Mapping

Met deze meting wordt de eindoutput weergegeven in dB-SPL in een prettige leesbare grafiek die ook aan uw cliënt goed valt uit te leggen. U ziet de gehoordrempel (in SPL) en de doelcurve van de gekozen rekenregel is in beeld. In deze weergave kunnen we cliënten goed uitleggen waar we naar toe willen werken. Ook is de gemeten UCL kan in beeld, luide input dient hieronder te blijven, terwijl we zachte geluiden (spraak) boven de threshold willen hebben. Het totale dynamische bereik is zichtbaar en goed uitlegbaar naar de cliënt.

LSM = Live Speech Mapping (MedRx-afkorting)

Live Speech Mapping Metingen die feitelijk dezelfde resultaten laat zien als bij VSM. Grafisch anders vormgegeven, basisfunctionaliteiten zijn gelijk.

SM = Speechmapping

SM wordt als term gebruikt bij de Siemens Unity.

VSP= Visual Speech

VSP wordt o.a. gebruikt bij de Affinity

Deze merknamen gaan in dit stuk verder onder de noemer "Visible Speech Mapping".

Deze metingen worden gebruikt om snel en inzichtelijk het resultaat van de hoortoestellen te meten. Niet alleen voor jezelf, maar ook voor de cliënt.

Indien er gewerkt wordt met een oorstukje kan men deze meting direct uitvoeren. Wel dient de slangcalibratie te worden uitgevoerd, maar een open ear curve hoeft bij Visible speech mapping niet te worden gemeten.

11.1 Open fit calibratie

Een uitzondering hierop is van toepassing op de "open aanpassing".

Het systeem moet dan eerst worden gecallibreerd om in de rest van de meting rekening te laten houden met het open systeem. Een open systeem houdt namelijk in dat het versterkte geluid van het hoortoestel ook weer naar buiten kan lekken en zo de referentiemicrofoon van het meetsysteem kan beïnvloeden. De referentiemicrofoon gaat dan niet regelen op wat er uit de luidspreker komt maar gaat reageren op het versterkte geluid wat er uit het oor ontsnapt. Dit willen we uiteraard niet.

Voor dit doel is de functie "calibrate voor open fit" gemaakt. Om deze calibratie goed te laten verlopen dient dan weer WEL eerst een REUR-test (open gehoorgang versterking) gemaakt te worden.

Na "calibrate for open fit" wordt de referentiemicrofoon uitgeschakeld en heeft het eventuele weglekkende geluid van het hoortoestel geen invloed op het testsignaal.

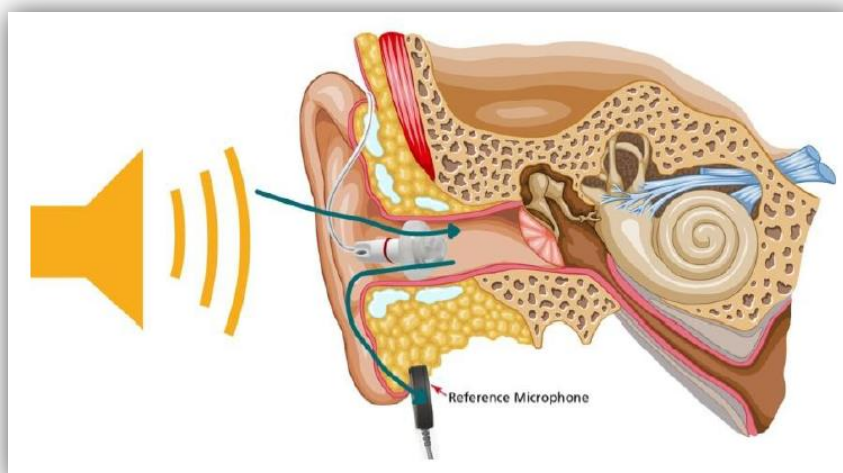


Fig. 15: geluid wat via het hoortoestel naar binnengaat, kan door een "al te open systeem" weer ontsnappen en de referentiemicrofoon beïnvloeden

Doordat de referentiemicrofoon uitstaat regelt het systeem dit dus niet meer maar blijft het stabiel.

Het systeem heeft tijdens de open fit calibratie een waarde vastgelegd die wordt gebruikt alle volgende metingen. De open fit calibratie duurt maar heel kort. Alle metingen die hierna worden gedaan, dienen met de zelfde stimuli uitgevoerd te worden. Hier heeft het systeem immers de vergelijkingswaarden van opgeslagen.

Opmerking:

Bij de Affinity is het in de VSM module niet mogelijk om een "openfit" kalibratie te doen. (alleen in de Affinity REM-module.

Wel kan de meetmicrofoon van de andere kant als referentiemicrofoon worden gebruikt. Calibrate for openfit hoeft dan niet te worden gebruikt. Handige optie!

11.2 VSM metingen in praktijk

Bij VSM-metingen wordt direct het eindresultaat met hoortoestellen gemeten en vergeleken met de doelcurve die voortkomt uit het audiogram en de de gekozen rekenregel.

Het testsignaal wordt gestart en de audicien en cliënt kijken samen naar het resultaat met de hoortoestellen. Ook kunnen soms beide oren tegelijk in beeld gebracht worden. Met de Affinity-VSM module is het aan te raden om oor voor oor te meten. Dit komt omdat bij binaurale metingen alleen de rechter referentiemicrofoon het testsignaal meet. Dit kan verschillen geven in resultaat, daarom is het het beste om oor voor oor te meten met de Affinity.

Over het algemeen is het met VSM de bedoeling dat de audicien kan analyseren of zachte spraak wel boven de gehoordrempel wordt gebracht. En uiteraard ook, of de harde input niet boven de UCL uit gaat komen.

Met het kiezen van een andere rekenregel, een hoger of juist lager inputsignaal, zal de doeltarget telkens verschuiven.

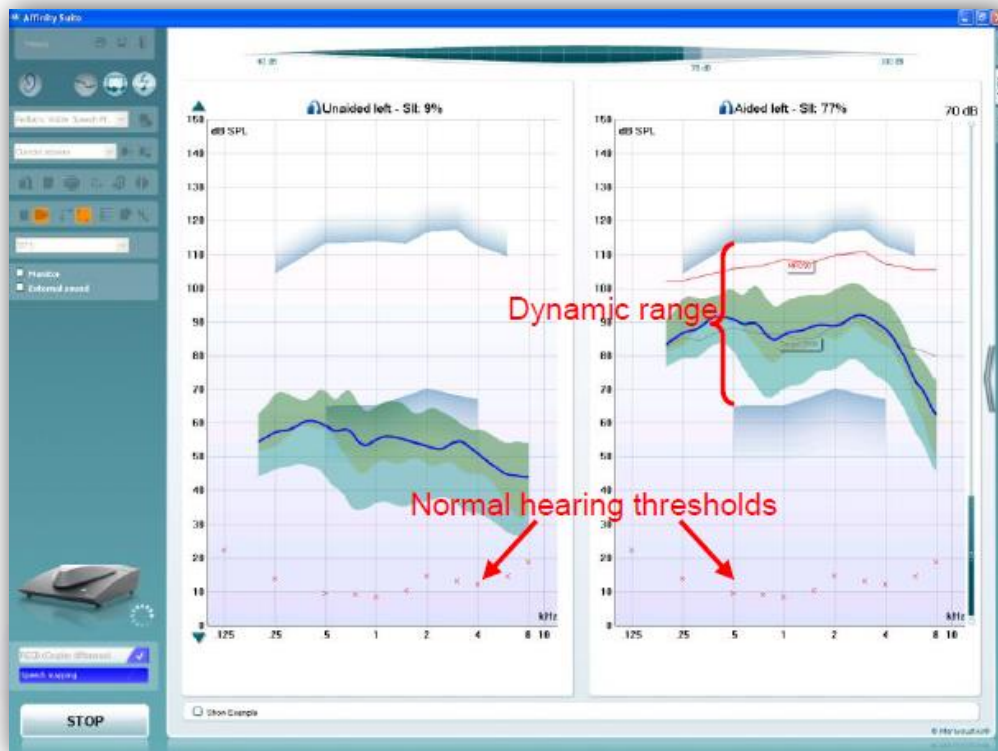


Fig. 16: Affinity VSM-scherm waarbij er voor het linkeroor een doelversterking staat ingevuld (dunne grijze lijn). De blauwe lijn is de mediaanlijn van de stimuli. De blauwgroene gebieden geven de zachte spraakdelen (onder de blauwe lijn) aan. De luidere spraakdelen liggen boven de blauwe lijn. Zachte spraak moet boven de threshold zijn en harde spraak beneden de UCL.

12 Het bijstellen van hoortoestellen

Hoortoestellen kunnen “live” worden bijgesteld. Dat is mooi, maar het heeft wel een kanttekening nodig. Doordat er vaak met signaal gewerkt wordt op LTASS-basis (Long Time Average Speech Signal), heeft het signaal even tijd nodig om de gemiddelde waarde te tonen. Als we de stimuli doorlopend laten doorgaan omdat je dan meer tijd hebt om hoortoestellen bij te stellen, dan zal het in deze gemiddelde meting bijna niet meer veranderen. Het is dus goed om na bijstelling van de hoortoestellen de stimulus even opnieuw te starten om te meten of de wijziging wel het gewenste effect heeft gegeven en er niet veel te veel is gecorrigeerd!

Er kan gewerkt worden met meer beeldschermen tegelijk, je kunt dan het scherm van VSM naar het andere scherm slepen terwijl de fittingssoftware op het hoofdscherm in beeld blijft. Als er 1 scherm ter beschikking is kan er gewerkt worden in de “on top” modus. Dit stelt je in staat om het meetscherm over de fittingssoftware heen te plaatsen. Je draait dan twee programma’s tegelijk.

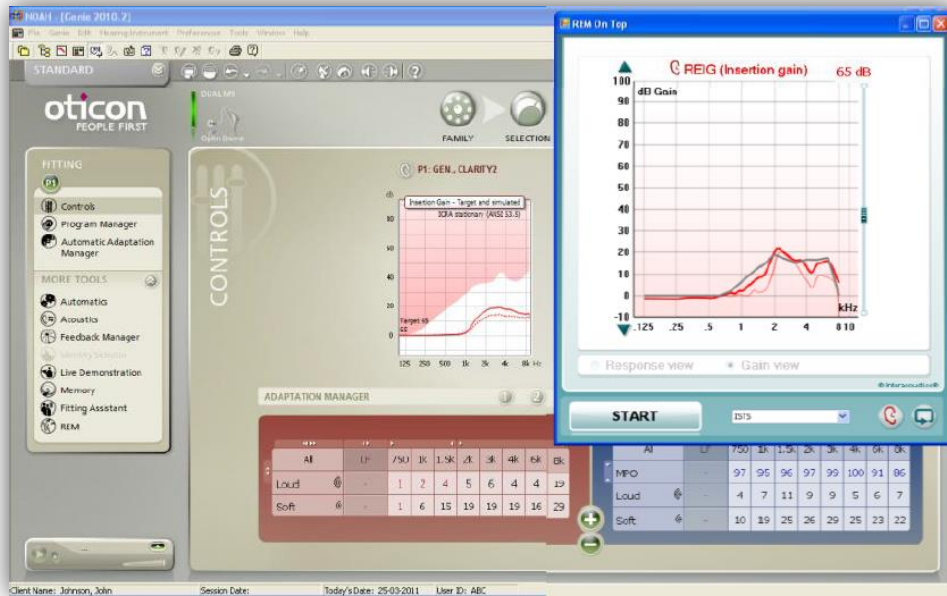


Fig. 17: Werken in de "on top modus". Het VSM scherm wordt vereenvoudigd, er vallen wat knoppen en functies weg en het blijft over het hoortoestel aanpassingscherm staan. In deze modus kan het hoortoestel worden bijgesteld, terwijl er online gemeten wordt.

13 Percentile score

Bij de metingen die we maken worden pieken en de dalen zichtbaar. Fraai is het daarbij om te werken met percentiel-vlakken. Dit notatiesysteem is ook gebruikt in fig. 16. Het begrip percentiel komt uit de statistiek vandaan. Het geeft een percentage aan dat aan een bepaalde voorwaarde voldoet.

Voorbeeld:

Van de honderd auto's die door de straat rijden rijdt 63% harder dan 50 km per uur, ofwel te hard. We weten dus niet hoeveel te hard, maar in ieder geval te hard.

In onze metingen kunnen we een aantal grenzen instellen waaraan geluid beoordeeld zou kunnen worden. Zie de figuur hieronder.

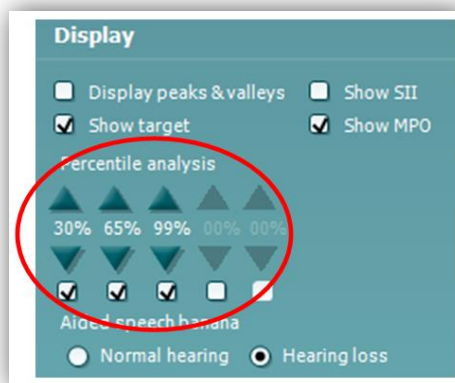


Fig. 18: Instellingscherm bij de Affinity voor het instellen van de Percentile Analyse. De default instelling staat volgens deze verdeling.

Er worden talloze metingen per seconde verricht.

Van de 100 metingen die gedaan worden (in SPL), vertegenwoordigen 30% percentile de zwakkere intensiteiten van de geanalyseerde stimulus. (de zachtere spraakcomponenten) In figuur 16 het blauwe gebied onder de donkerblauwe mediaanlijn. Hiermee kun je analyseren of de zachte spraakcomponenten wel boven de threshold uitkomen. Het 99ste percentile (groene vlak in figuur 16) vertegenwoordigt de luidere spraakcomponenten. Tevens is het een peakindicator, 99% van de geanalyseerde spraak valt onder deze peak.

Opmerking:

Deze "peaks" mogen niet te dicht in het MPO/UCL gebied van de cliënt komen. Het 65% percentile geeft de mediaanlijn weer als scheidslijn tussen zachte en hardere geanalyseerde spraakcomponenten. Het is tevens de lijn waar de gemiddelde geluidsdruk ligt tijdens de analyse.

Het gehele gebied wordt gekenmerkt als "area of audibility" als het om spraakanalyse gaat en dient in het dynamisch bereik van de cliënt te komen.

13 Wat kun je nog meer meten?

Met REM kan er zoals eerder gezegd ook een input/output karakteristiek worden gemaakt. Dit kan met ruissignalen of met warbletonen.

Directionaliteit

Verder kan de directionaliteit van microfoons van hoortoestellen getest worden met het systeem. Complicerende factor hierbij is wel dat het een vaste richting gevoelige microfoon moet zijn die aan of uit (rondom) kan worden gezet.

Adaptieve systemen hebben rumoerige omstandigheden nodig om richtinggevoelig te worden, dit is nu net de situatie die we met het testen niet wenselijk achten.

Ruisonderdrukking

Ook kan de ruisonderdrukking van een hoortoestel worden gemeten. Door een ruissignaal aan te bieden en de meting vast te leggen en vervolgens nogmaals aan te bieden en 30 seconden te laten lopen kan het verschil tussen de twee metingen aangeven hoeveel ruis er onderdrukt wordt. Het spreekt voor zich dat de functie ruisonderdrukking in het hoortoestel moet worden ingeschakeld voor deze meting.

Frequentie transpositie

Hoortoestellen kunnen de hoger gelegen frequentiegebieden die buiten het bereik van de slechthorende vallen vaak verplaatsen naar het direct ernaast gelegen gebied zodat ook de hogere frequenties hoorbaar worden.

Ook dit effect is te meten met VSM/REM metingen. Doe een meting met de frequentietranspositie uit en doe een zelfde meting er gelijk achter aan maar nu met de frequentietranspositie aan. Over het algemeen zie je met de frequentietranspositie ingeschakeld dat het hoger gelegen frequentiegebied wat verschoven wordt naar het gebied ernaast niet meer wordt weergegeven. Het lijkt of het frequentiebereik van het hoortoestel zo kleiner wordt. (wat in feite ook zo is) Alleen hoeveel erbij komt in het gebied wat er naast ligt is niet altijd goed te zien. Maar het werkt wel!

Slotopmerking:

Om goed het testresultaat op de stimulus te kunnen meten dient de meetomgeving bij REM en VSM-metingen behoorlijk rustig te zijn om invloeden van buiten de stimulus om niet mee te meten.

Geschreven door Wouter de Wolf en Ed de Geus
Augustus 2013, herzien april 2015

PS:

Het meerendeel van de afbeeldingen die gebruikt zijn in deze lesstof, zijn afkomstig van de Aurical Plus REM-module en van de Affinity & Equinox module. Er is geen voorkeur voor welke apparatuur dan ook, het voorhanden zijn van de juiste plaatjes heeft geleid tot deze keuze. Alle apparatuur doet zijn werk prima, een keuze in hardware is een overweging op zich en hangt af van het budget en gewenste functionaliteiten.