

Phonak

Field Study News.

Spheric Speech Clarity bewijst beter te presteren dan concurrenten voor heldere spraak in lawaai.

Phonak verlegt paradigma's om de belangrijkste behoeften van cliënten – spraakverstaan in lawaai – aan te pakken met Phonak Audéo Sphere™ Infinio. Het eerste hoortoestel ter wereld met een speciale chip voor kunstmatige intelligentie (AI) die in real time prioriteit geeft aan spraak boven lawaai vanuit alle richtingen. De bedrijfseigen chip-architectuur, DEEPSONIC™, heeft 53 keer meer verwerkingskracht dan de huidige beschikbare chiptechnologie in de sector.* In dit artikel worden de resultaten uiteengezet van technische metingen die bewijzen dat DEEPSONIC een niveau van heldere en duidelijke spraak levert dat hoger ligt dan bij andere bestaande technologie.

Raufer, S., Kohlhauer, P., Uhlemayr, F., Kühnel, V., Preuss, M. & Hobi, S. August 2024.

Belangrijkste bevindingen

- Direct spraakverstaan vanuit alle richtingen met Spheric Speech Clarity, met een ongeëvenaarde SNR-verbetering tot 10 dB.
- Spheric Speech Clarity breidt de toegang tot spraak vanuit alle richtingen uit.
- Spheric Speech Clarity en StereoZoom 2.0, respectievelijk, presteren beter dan drie toestellen van concurrenten.

Overwegingen voor de praktijk

- Spraakverstaan in uitdagende complexe omgevingen blijft een grote communicatiebehoefte.
- Spheric Speech Clarity levert aanzienlijk verbeterd spraakverstaan vanuit alle richtingen en zorgt voor verminderde luisterinspanning. (Wright et al, 2024).
- Tot 3 keer beter spraakverstaan in uitdagende omstandigheden vergeleken met twee concurrenten (Wright et al., 2024).
- Zowel Spheric Speech Clarity als StereoZoom 2.0 zijn speciale functies waarvan bekend is dat ze de SNR verbeteren en essentieel zijn voor succes voor cliënten.

* Op het moment van lancering.

Inleiding

Phonak is al 75 jaar toegewijd aan het aanpakken van de belangrijkste behoefte voor consumenten: spraakverstaan in lawaai. Spraakverstaan in lawaai is een van de meest uitdagende luistersituaties voor mensen met gehoorverlies en een van de belangrijkste indicatoren die bepalen hoeveel voldoening een hoortoestel geeft (Abrams & Kihm, 2015). Hoortoestel dragers vereisen een betere signaal/ruis-verhouding (SNR) vergeleken met personen met normaal gehoor voor hetzelfde niveau van spraakverstaan (Killion, 1997).

Directionele microfoontechnologie

Een beproefde methode om spraakverstaan in lawaai te verbeteren is het gebruik van directionele microfoontechnologie, ook wel bekend als beamforming. Hierbij werken twee microfoons samen om de gevoeligheid naar voren te vergroten en de gevoeligheid naar alle andere richtingen te verkleinen, waardoor een virtuele 'beam' wordt gevormd (Derleth et al., 2021).

Het gebruik van directionele microfoons leidt tot SNR-voordelen bij spraak van voren (Ricketts, 2005). De verbeterde SNR leidt tot verbeterd spraakverstaan in lawaai-achtige situaties, waarbij de doelspraak van voren komt en het lawaai van de zijkant en van achter komt (Mueller, 2000; Bentler, 2005). Hoortoestellen van Phonak gebruiken al meer dan 20 jaar directionele microfoons en UltraZoom-technologie in spraak-in-lawaai-programma's.

StereoZoom werd in 2012 geïntroduceerd in Phonak Quest-producten en is een binauraal beamforming-systeem dat de signalen van vier microfoons combineert (twee in het linkse en twee in het rechtse hoortoestel) via een draadloze verbinding. Dit leidt tot een smaller beampatroon met een nog grotere SNR-verbetering naar voren. Een aantal onderzoeken heeft beter spraakverstaan met StereoZoom aangetoond vergeleken met andere directionele microfoontechnologieën in Phonak-apparaten en apparaten van concurrenten (Appleton & König, 2014, Latzel & Appleton-Huber, 2015).

StereoZoom 2.0 (SZ 2.0) werd in 2022 geïntroduceerd in Phonak Lumity en is ontworpen om het ruimtelijk bewustzijn bij lagere ruisniveaus te balanceren met spraakfocus bij hogere ruisniveaus, dankzij een overgang op basis van lawaainiveau van UltraZoom naar StereoZoom 2.0. De intensiteit van SZ 2.0 is aangepast aan de omgeving op basis van het ruisniveau (betere focus met hoger ruisniveau) Vergeleken met UltraZoom en StereoZoom biedt SZ 2.0 een betere SNR in uitdagende luisteromstandigheden. Phonak Audéo™ R Infinio-hoortoestellen blijven StereoZoom 2.0 gebruiken bij programma's voor spraak bij veel lawaai.

Op DNN gebaseerde scheiding van spraak van lawaai

Phonak Audéo Sphere™ Infinio is het eerste hoortoestel ter wereld met een speciale chip voor kunstmatige intelligentie (AI), DEEPSONIC™, die paradigma's in hoortechologie verlegt. De bedrijfseigen chip host een diep neurale netwerk (DNN) dat achtergrondlawaai uit alle richtingen onderdrukt. Dit leidt tot aanzienlijke verbeteringen in spraakverstaan voor personen die hoortoestellen gebruiken (Diehl et al., 2023). DEEPSONIC biedt de technische mogelijkheden om het volledige potentieel van op deep learning gebaseerde algoritmen in hoortoesteltechnologie te ontgrendelen.

De architectuur van de DEEPSONIC-chip is 53 keer krachtiger dan de huidige technologie in de sector en levert ongekende spraakhelderheid in lawaai. DEEPSONIC drijft Spheric Speech Clarity aan, de nieuwe op DNN gebaseerde ontruisingfunctie van Phonak die signaalverwerking in de meest uitdagende akoestische omgevingen vernieuwt om het beruchte 'receptiefenomeen' aan te pakken.

AutoSense OS 6.0 in Phonak Audéo Sphere Infinio-hoortoestellen kan uitdagende akoestische omgevingen identificeren om automatisch over te stappen naar het Spheric spraak in veel lawaai-programma. Spheric spraak in veel lawaai is de unieke combinatie van directionele microfoontechnologie en Spheric Speech Clarity.

In deze Field Study News wordt een systematisch technisch onderzoek beschreven waarin is onderzocht hoe Phonak Audéo Sphere Infinio met Spheric Speech Clarity en Phonak Audéo R Infinio met StereoZoom 2.0 presteren in uitdagende luisteromstandigheden vergeleken met producten van concurrenten.

Resultaten van technische metingen

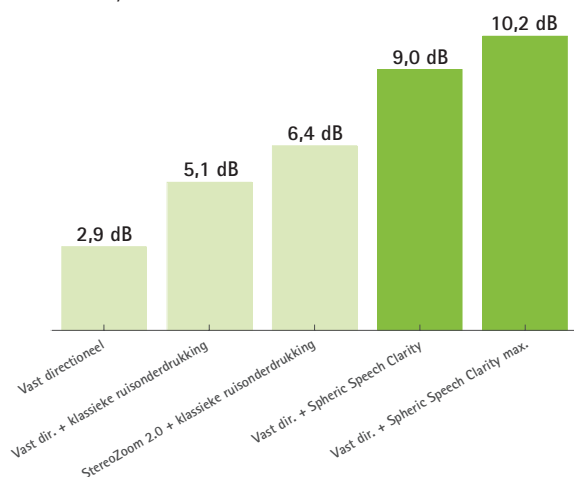
Afbeelding 1 staat voor de vooruitgang van Phonak-technologieën en toont het voordeel van de signaal/ruis-verhouding (SNR) vergeleken met een omnidirectionele microfoonmodus. Hoe hoger de SNR is, hoe beter het hoortoestel spraak kan scheiden van ruis, wat leidt tot duidelijkere spraak voor de cliënt.

Met een vaste instelling van de omnidirectionele microfoon kan er een voordeel van 2,9 dB SNR worden behaald in realistische luistersituaties voor een spreker van voren. Met de introductie van algoritmes voor noise-cancelling, zoals NoiseBlock en Dynamic Noise Cancellation (DNC), kan het SNR-voordeel verbeterd worden van 2,9 dB naar 5,1 dB.

StereoZoom 2.0, in combinatie met NoiseBlock en DNC, biedt een extra SNR-verbetering, waardoor de totale verbetering 6,4 dB is.

Dit benadrukt dat de bekende geavanceerde directionele microfoons en ruisonderdrukkingstechnologieën essentieel zijn bij het behalen van succes voor cliënten, die Phonak Infinio-hoortoestellen gebruiken.

Spheric Speech Clarity gaat verder dan bestaande hoortechologie. Spheric Speech Clarity, in combinatie met een vaste directionele microfoon, biedt een ongeëvenaarde SNR-verbetering van 9 dB bij standaardsterkte en 10,2 dB bij maximale sterkte. De sterkte van Spheric Speech Clarity kan aangepast worden door de audicien in Phonak Target en door de cliënt via myPhonak.



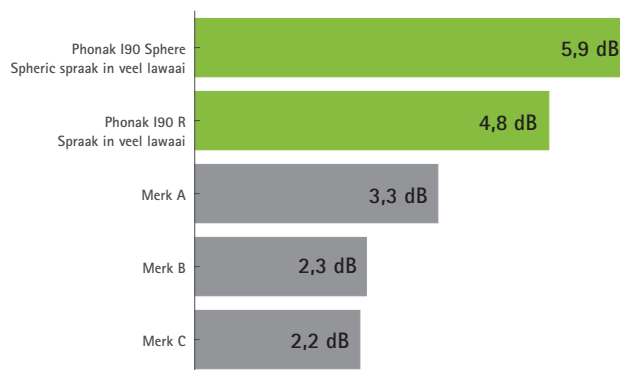
Afbeelding 1. Vooruitgang van Phonak-technologieën: gemiddelde van door de Speech Intelligibility Index (SII) gewogen verbeteringen voor signaal/ruis-verhouding (SNR) met betrekking tot de omnidirectionele microfoonmodus voor Phonak-technologieën in drie realistische scenario's, waaronder café, etentje en foodcourt. Resultaten worden weergegeven voor een volledig afgesloten koppeling en voor het betere oor. Het spraaksignaal werd altijd weergegeven voor 0° azimuth.

Spheric Speech Clarity is niet alleen de beste technologie van Phonak tot op heden, maar presteert ook beter dan drie concurrenten. Hierdoor kunnen cliënten zich focussen op wat relevant is als ze gesprekken voeren in uitdagende luisteromgevingen.

Toonaangevend binnen de sector voor duidelijke spraak

Afbeelding 2 vergelijkt de SNR-prestaties van het Spheric spraak in veel lawaai-programma in de Phonak Audéo I90-Sphere met het programma Spraak in veel lawaai (met StereoZoom 2.0) in de Phonak Audéo I90-R en met drie hoortoestellen van concurrenten (premium-niveau), met en zonder AI-technologie (verkrijgbaar vanaf 26 maart 2024. Zie aanpassingsmethoden). Hier wordt de SNR-verbetering weergegeven in relatie tot een situatie zonder hoortoestel.

Phonak Audéo I90-Sphere biedt een grote SNR-verbetering van 5,9 dB in realistische lawaaiscenario's, gevolgd door Phonak Audéo I90-R met een SNR-verbetering van 4,8 dB. Spheric Speech Clarity en StereoZoom 2.0, respectievelijk, presteren beter dan drie toestellen van concurrenten, die slechts SNR-verbeteringen tussen 2,2 en 3,3 dB laten zien.



Afbeelding 2. Vergelijking met concurrent: SII-gewogen verbeteringen in signaal/ruis-verhouding (SNR) met betrekking tot niet-ondersteund, het gemiddelde tijdens drie realistische scenario's. Resultaten worden weergegeven voor een volledig afgesloten koppeling en voor het betere oor. Het spraaksignaal werd altijd weergegeven voor 0° azimuth. Alle toestellen zijn getest in handmatige programma's op hun respectievelijke standaardinstellingen.

Spheric Speech Clarity breidt de toegang tot spraak vanuit alle richtingen uit

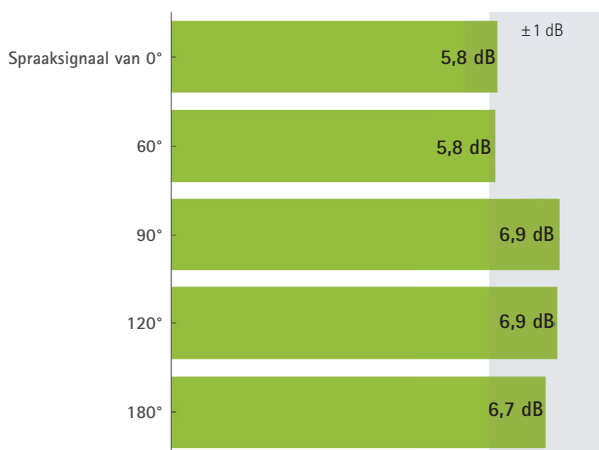
Mensen vertrouwen op hun gehoor om te weten waar ze moeten kijken en hoe ze hun lichaam positioneren in de omgeving, wat weer helpt bij het vormen van een mentale weergave van de auditieve wereld (Derleth et al., 2021). Dit maakt een focus op directe gesprekken mogelijk, maar creëert ook een bewustzijn van indirecte gesprekken en geluiden uit de omgeving. Terwijl onze ogen zich op alles voor ons richten, vangen onze oren uit alle richtingen belangrijke informatie op.

Luisteraars met gehoorverlies moeten meer moeite doen om zich bewust te blijven van hun omgeving vergeleken met luisteraars die goed kunnen horen. Net als bij het compenseren voor een verminderd spraakverstaan door 'de hiaten op te vullen', kunnen extra inspanningen voor auditieve taken zoals bewustzijn van de omgeving de beschikbaarheid van cognitieve middelen voor andere doeleinden in gevaar brengen (Edwards, 2016). Spheric Speech Clarity is onderzocht in een klinische studie uitgevoerd bij het Phonak Audiological Research Center (PARC), waarbij werd gekeken naar spraakverstaan en luisterinspanning. De resultaten van deze studie tonen aan dat het SNR-voordeel dat is gemeten in deze technische studie vertaald kan worden naar een perceptueel hoorvoordeel bij deelnemers met matig tot ernstig gehoorverlies.

Studieresultaten van een complexe taak gericht op spraakverstaan, met stimuli uit de Coordinate Response Measure (CRM)-taakcorpus, toonden aan dat deelnemers twee keer zoveel kans hadden elk woord uit alle richtingen te verstaan (geteste hoeken van 60, 120, 240 en 300 graden) vergeleken met wanneer de functie is uitgeschakeld (Wright et al, 2024). Vergeleken met twee toestellen van belangrijke concurrenten gaf de Spheric Speech Clarity een 2 tot 3 keer hogere kans op spraakverstaan (Wright et al, 2024).

Er werd ook een aanzienlijke vermindering van de luisterinspanning aangetoond met Spheric Speech Clarity (vergeleken met de functie uitgeschakeld) met gebruikmaking van de Adaptive Categorical Listening Effort Scaling (ACALES) test (Wright et al, 2024).

Afbeelding 3 presenteert de SNR-verbeteringen voor een spraaksignaal uit verschillende hoeken, variërend van 0° tot 180°. Hier worden de SNR-verbeteringen alleen toegeschreven aan Spheric Speech Clarity, zonder het effect van filtering van de directionele microfoon. De grafiek laat zien dat de prestaties van Spheric Speech Clarity niet afhangen van de hoek van de spreker en toegang biedt tot spraak vanuit alle richtingen. De SNR-verbeteringen variëren van 5,8 dB tot 6,9 dB en bevinden zich binnen 1 dB van de gemiddelde algehele prestaties.



Afbeelding 3. Voordeel Spheric Speech Clarity uit verschillende spraakhoeken: SII-gewogen verbeteringen in signaal/ruis-verhouding (SNR) in drie realistische scenario's voor een spraaksignaal dat wordt gepresenteerd vanaf 0°, 60°, 90°, 120° en 180° azimuth. Resultaten worden weergegeven voor een volledig afgesloten koppeling en voor het betere oor. Voor 0° en 60° was de referentievoorwaarde voor Spheric Speech Clarity gedeactiveerd versus geactiveerd bij maximale sterkte een vaste directionele microfoonmodus. Voor 90° tot 180° was de referentievoorwaarde voor Spheric Speech Clarity gedeactiveerd versus geactiveerd bij maximale sterkte een omnidirectionele microfoonmodus. Het grijze vak toont het bereik van ± 1 dB van de gemiddelde prestaties in alle richtingen.

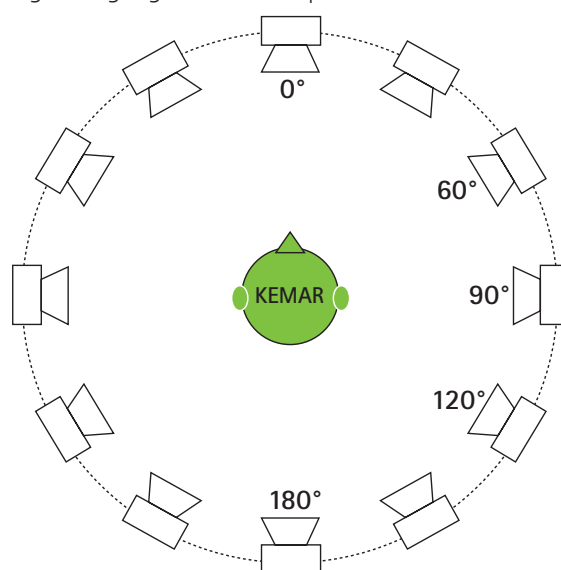
Conclusies

Met Phonak Audéo Sphere Infinio introduceert Phonak een op deep-learning gebaseerd algoritme om de belangrijkste behoeften van cliënten aan te pakken: spraakverstaan in lawaai. Phonak Audéo Sphere Infinio is het eerste hoortoestel ter wereld met een speciale AI-chip die spraak scheidt van lawaai. Met 53 keer meer verwerkingskracht dan de huidige beschikbare chiptechnologie in de sector maakt DEEPSONIC™, de bedrijfseigen chiparchitectuur van Phonak, Spheric Speech Clarity mogelijk. De baanbrekende technologie biedt een niveau van heldere en duidelijke spraak dat verder gaat dan bestaande hoortechnologie. Door de heldere en duidelijke spraak tonen klinische objectieve tests niet alleen verbeterd spraakverstaan en verminderde luisterinspanning aan als de functie is ingeschakeld, maar ook betere prestaties vergeleken met twee toestellen van toonaangevende concurrenten (Wright et al, 2024). Spheric Speech Clarity en StereoZoom 2.0, respectievelijk, zijn speciale functies waarvan bekend is dat ze de SNR verbeteren en beter presteren dan drie toestellen van concurrenten. Phonak Audéo Sphere Infinio en Phonak Audéo R Infinio zijn de nieuwste premium hoortoestellen van Phonak die zorgen voor succes voor de cliënt.

Methoden

Opstelling van meting

Alle metingen vonden plaats in een akoestisch behandelde ruimte met een echotijd (RT60) van 0,15 seconde. 12 Genelec 8020D-luidsprekers (Genelec, Finland) zijn in een cirkel met een straal van 1,4 m geplaatst, wat zorgde voor een afstand van 30° tussen twee luidsprekers. Een KEMAR-mannequin (GRAS Sound & Vibration, Denemarken) met antropometrische oren werd in het midden van de luidsprekers en richting 0° geplaatst. Het midden van de gehoorgang van de KEMAR-mannequin bevond zich op dezelfde hoogte als de luidsprekers. Een RME M-16 DA omvormer (Audio AG, Duitsland) werd gebruikt om de audio naar de actieve luidsprekers te sturen. Een RME Fireface 802 USB soundcard (Audio AG, Duitsland) werd gebruikt om de audio van de KEMAR gehoorgangmicrofoons op te nemen.



Afbeelding 4. Weergave van boven van de opstelling: 12 Genelec 8020D luidsprekers werden in een cirkel met een straal van 1,4 m geplaatst. Een KEMAR-mannequin met antropometrische oren werd in het midden van de luidsprekers en richting 0° geplaatst. Het midden van de gehoorgang van de KEMAR-mannequin bevond zich op dezelfde hoogte als de luidsprekers.

Achtergrondlawaai en doelspraak

Drie realistische geluidsscenario's uit de ARTE-database zijn gebruikt als achtergrondlawaai (Weisser et al. 2019). De scenario's werden gepresenteerd aan de opgenomen SPL's. Het scenario café is gebruikt bij een SPL van 71,7 dB SPL, het scenario etentje bij 72,8 dB SPL en het scenario foodcourt bij 78,2 dB SPL.

Het achtergrondlawaai werd gecombineerd met het ISTS-spraaksignaal (Holube et al. 2010) om vrije veld SNR's te bereiken van 0 dB SNR voor het scenario café, -3 dB SNR voor het scenario etentje en -6 dB SNR voor het scenario foodcourt.

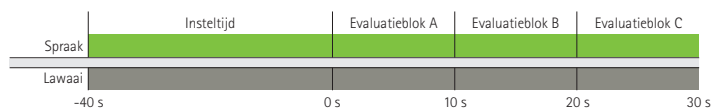
De ARTE-scenario's zijn opnames met hogere order ambisonics (HoA). De ARTE-opnames zijn gedecodeerd en opnieuw afgespeeld in het horizontale vlak via 12 luidsprekers op een afstand van 1,4 m. Om nadelen zoals ruimtelijke aliasing van standaard HoA-decodering weg te nemen, werd de methode Coding and Multi-Parameterization of Ambisonic Sound Scenes (COMPASS) gebruikt voor het decoderen van de ononderbroken achtergrondsignalen (Politis et al. 2018).

Het ISTS-signaal is samengevouwen met de impulsrespons van het respectievelijke scenario. De impulsresponsen van de ruimte (RIR) werden gedecodeerd met behulp van de methode Higher-order Spatial Impulse Response Rendering (HO-SIRR) van McCormack et al. (2020). De echotijden (RT60) waren 1,2 seconde voor het scenario café, 0,4 seconde voor het scenario etentje en 0,9 seconde voor het scenario foodcourt. Zoals hierboven beschreven had de ruimte een RT60 van 0,15 seconde, waarmee geen rekening werd gehouden bij het decoderen.

Stimuluspresentatie

Afbeelding 5 toont een overzicht van de stimuluspresentatie. Voorafgaand aan elke meting werd er 40 seconde van het ISTS-spraaksignaal en respectievelijke achtergrondlawaai afgespeeld om de hoortoestellen in te stellen. De evaluatieperiode was 10 seconden voor elk Hagerman-fase-inversieblok, d.w.z. de eerste 10 seconden van het ISTS-spraaksignaal en respectievelijke achtergrondlawaai werden herhaald voor de respectievelijke Hagerman-fase, wat heeft geleid tot een totale verwervingstijd van 70 seconden voor één situatie.

Voor de gegevens in afbeelding 1-3 is het ISTS-spraaksignaal weergegeven voor 0° azimuth. Voor afbeelding 3 werden de metingen herhaald met het spraaksignaal weergegeven voor 0°, 60°, 90°, 120° en 180° azimuth.



Afbeelding 5. Stimuluspresentatie: Voorafgaand aan elke meting werd er 40 seconde van het ISTS-spraaksignaal en respectievelijke achtergrondlawaai afgespeeld om de hoortoestellen in te stellen. De evaluatieperiode was 10 seconden voor elk evaluatieblok, zie methoden.

Hagerman en Olofsson fase-inversiemethode

Hagerman en Olofsson (2004) beschrijven een methode om de signaal- en lawaai-componenten te achterhalen in een gelijktijdig gepresenteerd audiosignaal. Voor de test van Hagerman en Olofsson vinden er meerdere opnames plaats terwijl de fase van één signaal of lawaai wordt omgekeerd tussen de metingen. Met deze methode voor fase-inversie kunnen het signaal (S') en de ruis (N') gescheiden worden bij de output van het hoortoestellen en bij de berekening van de signaal/ruis-verhouding (SNR).

Drie evaluatieblokken werden opnieuw afgespeeld:

$$\text{Blok A} = S+N$$

$$\text{Blok B} = S-N$$

$$\text{Blok C} = -S-N$$

De opgenomen signalen bij de KEMAR-mannequin na verwerking van het hoortoestel zijn:

$$\text{Blok A}' = S'+N'+\epsilon$$

$$\text{Blok B}' = S'-N'+\epsilon$$

$$\text{Blok C}' = -S'-N'+\epsilon,$$

Waarbij de apostrof (') staat voor de opgenomen audio.

Het opgenomen spraaksignaal S', ruissignaal N' en fout ϵ worden als volgt achterhaald:

$$S' = (A'+B')/2$$

$$N' = (A'-B')/2$$

$$\text{Fout } \epsilon = (A'+C')/2$$

De signaal/ruis-verhouding (SNR) na verwerking van het hoortoestel en foutvoorwaarden, wordt als volgt berekend:

$$\text{SNR}' = 20 \cdot \log_{10}(\text{rmsSII}(S')/\text{rmsSII}(N'))$$

$$\text{Signaalfout } \epsilon_S = 20 \cdot \log_{10}(\text{rmsSII}(\epsilon)/\text{rmsSII}(S'))$$

$$\text{Lawaafout } \epsilon_N = 20 \cdot \log_{10}(\text{rmsSII}(\epsilon)/\text{rmsSII}(N'))$$

De Hagerman-fout was lager dan -15 dB (SII-gewogen) voor alle meetomstandigheden, waaronder de toestellen van concurrenten.

SII-weging

Het voordeel van de signaal/ruis-verhouding (SNR) is frequentie-gewogen aan de hand van de functie bandbelang, overeenkomstig de spraakverstaanindex (SII, ANSI S3.5/1997, tabel 3).

Hoortoestelaanpassingen

Voor de hoortoestelaanpassing zijn een standaard N3-audiogram (Bisgaard et al. 2010) en een volledig geoccludeerd koppeling gebruikt. De real ear occluded gain (REOG) is gemeten met behulp van de international female noise (IF noise, Holube et al. 2010). Voor elk toestel was de REOG > 15 dB bij frequenties tussen 100 Hz en 20 kHz. Bovendien is de insertie tussen 100 Hz en 10 kHz gemeten om te verzekeren dat het occlusie-effect van de insertion gain overeenkomt tussen het linker en rechter oor.

Voor elk toestel is de bedrijfseigen rekenregel gebruikt en het hoogste ervaringsniveau gekozen. Het feedbackmanagementsysteem in elk toestel was uitgeschakeld zodat de methode van Hagerman en Olofsson (2004) kon worden uitgevoerd. Reductie van impulsgeluid en windruis werden ook uitgeschakeld voor elk toestel. Voor afbeelding 2 werden de standaardinstellingen voor de programmaopties behouden. Het maximaal uitgangsvermogen (MPO) was ingesteld op maximaal voor alle toestellen. Op alle toestellen is een handmatig programma toegepast, waaronder de toestellen van concurrenten.

Referenties

- Abrams, H. B., & Kihm, J. (2015). An Introduction to MarkeTrak IX: A New Baseline for the Hearing Aid Market. *Hearing Review*, 22(6).
- ANSI S3.5 1997. Methods for calculation of the Speech Intelligibility Index.
- Appleton, J. & König, G. (2014). Improvements in speech intelligibility and subjective benefit with binaural beamformer technology. *Hearing Review*, 21(11), 40-42.
- Bentler, R. A. (2005). Effectiveness of Directional Microphones and Noise Reduction Schemes in Hearing Aids: A Systematic Review of the Evidence. *J Am Acad Audiol*, 16(07), 473-484.
- Bisgaard, N., Vlaming, M. S. M. G., & Dahlquist, M. (2010). Standard Audiograms for the IEC 60118-15 Measurement Procedure. *Trends in Hearing*, 14(2), 113-120.
- Derleth, P., Georganti, E., Latzel, M., Courtois, G., Hofbauer, M., Raether, J., & Kuehnel, V. (2021). Binaural Signal Processing in Hearing Aids. *Seminars in Hearing*, 42, 206 - 223.
- Diehl, P. U., Zilly, H., Sattler, F., Singer, Y., Kepp, K., Berry, M., Hasemann, H., Zippel, M., Kaya, M., Meyer-Rachner, P., Pudszuhn, A., Hofmann, V. M., Vormann, M., & Sprengel, E. (2023). Deep learning-based denoising streamed from mobile phones improves speech-in-noise understanding for hearing aid users. *Frontiers in Medical Engineering*, 1:1281904. doi: 10.3389/fmede.2023.1281904
- Diehl, P.U., Singer, Y., Zilly, H., Schönfeld, U., Meyer-Rachner, P., Berry, M., Sprekeler, H., Sprengel, E., Pudszuhn, A., & Hofmann, V. M. (2023). Restoring speech intelligibility for hearing aid users with deep learning. *Sci Rep* 13, 2719. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29871-8>
- Edwards, B. (2016). A Model of Auditory-Cognitive Processing and Relevance to Clinical Applicability. *Ear and Hearing*, 37(1), 85-91.
- Hagerman, B., & Olofsson, A. (2004). A Method to Measure the Effect of Noise Reduction Algorithms Using Simultaneous Speech and Noise. *Acta Acustica united with Acustica*, 90, 356-361.
- Holube, I., Fredelake, S., Vlaming, M., Kollmeier, B. (2010). Development and analysis of an international speech test signal (ISTS). *International Journal of Audiology*, 49(12), 891-903.
- Kates, J. M., Arehart, K. H. (2014). The Hearing-Aid Speech Quality Index (HASQI) Version 2. *Journal of the Audio Engineering Society*, 62, 3, 99-117.
- Killion, M. C. (1997). The SIN report: Circuits haven't solved the hearing-in-noise problem. *Hearing Journal*, 50(10), 28-32.
- Latzel, M., & Appleton-Huber, J. (2015). StereoZoom – Adaptive behaviour improves speech intelligibility, sound quality and suppression of noise. *Field Study News* beschikbaar op <https://www.phonak.com/en-int/professionals/audiology-hub/evidence-library>
- McCormack, L., Pulkki, V., Politis, A., Scheuregger, O. & Marschall, M., (2020). Higher-Order Spatial Impulse Response Rendering: Investigating the Perceived Effects of Spherical Order, Dedicated Diffuse Rendering, and Frequency Resolution. *Journal of the Audio Engineering Society*, 68(5), 338-354.
- Mueller, G. H., Ricketts, T. A. (2000). Directional-microphone hearing aids: an update. *Hearing Journal*, 53(5), 10-19.
- Politis, A., Tervo S., & Pulkki, V. (2018). COMPASS: Coding and Multidirectional Parameterization of Ambisonic Sound Scenes. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*
- Ricketts, T. A. (2005). Directional hearing aids: then and now. *J Rehabil Res Dev* 42(4, Suppl 2), 133-144.
- Weisser, A., Buchholz, J. M., Oreinos, C., Badajoz-Davila, J., Galloway, J., Beechey, T., & Keidser, G. (2019). The Ambisonic Recordings of Typical Environments (ARTE) database. *Acta Acustica united with Acustica*, 105, 4, 695-713.
- Wright, A., Kuehnel, V., Keller, M., Seitz-Paquette, K., Latzel, M. (2024). "Spheric Speech Clarity applies DNN signal processing to significantly improve speech understanding from any direction and reduce the listening effort." *Phonak Field Study News* afkomstig van <https://www.phonak.com/evidence>.

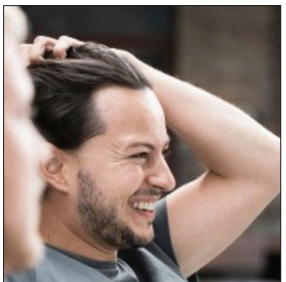
Auteurs en onderzoekers

Stefan Raufer, audiologisch onderzoeker



Stefan werkt sinds 2021 bij Sonova en ontwikkelt audiologische concepten voor nieuwe hoortoestelfuncties. Samen met andere teams integreert Stefan de nieuwste technologieën in onze producten, waarbij hij ervoor zorgt dat nieuwe technologieën zorgen voor voordelen voor de gebruiker. Stefan heeft een PhD in Spraak- en hoorwetenschappen van Harvard University.

Frédéric Uhlemayr, Audio & Development Engineer



Frédéric werkt sinds 2021 bij Sonova en werkt momenteel aan waarnemingsmodellen en hulpmiddelen voor technische metingen. Frédéric is afgestuurd als Diplom-Tonmeister aan de Universiteit voor Muziek en Podiumkunst in Wenen. Frédéric

heeft een achtergrond in professionele audioreproductie en automotive audio.

Michael Preuss, Audiology Manager op Phonak-hoofdkantoor



Michael is in 2020 op het Phonak-hoofdkantoor komen werken als Audiology Manager. Michael gebruikt zijn onderwijsachtergrond aan de Academie voor gehoorakoestiek in Lübeck en zijn eigen ervaring met gehoorverlies om uitgebreide deskundige trainingssessies te bieden

en audiologische input te geven tijdens productontwikkeling. Michael heeft gehoorakoestiek gestudeerd aan de Hogeschool van Lübeck, Duitsland.

Shin-Shin Hobi, Senior Product Audiology Manager voor audiologische prestaties op Phonak-hoofdkantoor



Shin-Shin kwam in 2006 op het Phonak-hoofdkantoor werken en heeft als Audiology Manager aan verschillende projecten gewerkt. In haar huidige rol als Senior Product manager voor audiologische prestaties

zorgt ze ervoor dat er rekening wordt gehouden met de behoeften van eindgebruikers en audiëns tijdens productontwikkeling van audiologische functies. Shin-Shin komt oorspronkelijk uit Australië en heeft haar audiologiekwalificaties behaald aan de University of Melbourne. Ze heeft brede klinische ervaring opgedaan in een privékliniek in Perth voordat ze naar Zwitserland vertrok.

Volker Kuehnel, Hoofdexpert hoorprestaties



Volker Kuehnel, PhD, heeft een doctoraat in natuurkunde en heeft zijn studie afgerond in 1995. Van 1995 tot 1997 werkte hij in Oldenburg als onderzoeksassistent in de groep Medical Physics van prof. dr. B. Kollmeier. Sinds 1998 werkt hij bij Phonak/Sonova aan

productontwikkeling in audiologisch ontwerp op het kruispunt van algoritmes voor hoortoestellen en aanpassoftware. Bij zijn werkzaamheden ligt de focus op de audiologische kwaliteit van hoorsystemen om maximaal voordeel van de klant te behalen.

Philipp Kohlauer, Audiologisch onderzoeker



Philipp werkt sinds 2021 als audiologisch onderzoeker bij het hoofdkantoor van Phonak. Met zijn achtergrond als hoortoestelspecialist, ondersteunt hij de ontwikkeling van nieuwe functies om hun kwaliteit en optimale prestaties te garanderen. Philipp heeft zijn

Master of Science in Auditory Technology gehaald aan de Universiteit van Lübeck.