

Phonak

Field Study News.

Speech Enhancer vermindert subjectieve luisterinspanning van spraak tot 45%

Uit deze studie die werd uitgevoerd bij de Hörzentrum Oldenburg bleek dat met de activering van de Speech Enhancer de subjectieve luisterinspanning voor zachte spraak of spraak op afstand wordt verminderd met 39%. Als spraak komt van een aangrenzende ruimte, wordt de subjectieve luisterinspanning verminderd met 45%.

Habicht, J. & Schuepbach-Wolf, M. Juni, 2024

Belangrijkste bevindingen

- ACALES werd gebruikt om de subjectieve luisterinspanning te beoordelen terwijl de elektro-encefalografische (eeg)-metingen werden gebruikt om de neurofysieke verschillen te detecteren wanneer de Speech Enhancer werd geactiveerd.
- Met de activering van Speech Enhancer wordt de subjectieve luisterinspanning voor zachte spraak of spraak op afstand verminderd met 39%.
- Als spraak komt van een aangrenzende ruimte, wordt de subjectieve luisterinspanning verminderd met 45%.
- In de eeg-analyses zijn er geen statistische verschillen geconstateerd tussen twee sprekerlocaties (spraak op afstand in dezelfde ruimte of een aangrenzende ruimte) of tussen de in- of uitschakeling van de Speech Enhancer. In andere woorden, er kon op neurofysiek niveau geen duidelijk effect worden gedetecteerd van de Speech Enhancer-technologie.

Overwegingen voor de praktijk

- Mensen met gehoorverlies melden dat ze meer mentale en luisterinspanning leveren om te compenseren voor de problemen waar ze mee om moeten gaan door hun slechthorendheid.
- Speech Enhancer is een adaptief algoritme dat is ontworpen om de pieken van een zacht spraaksignaal in rustige situaties te versterken.
- Speech Enhancer werd geïntroduceerd in 2020 met Paradise premium-toestellen (prestatieniveau 90) en was ingesteld als standaard voor gebruikers die waren geselecteerd als 'ervaren gebruikers' en 'langdurige gebruikers' in Phonak Target. Op het Infinio-platform is Speech Enhancer ingesteld als standaard, zelfs voor nieuwe gebruikers. Het kan ingesteld worden tussen 0 (uit) en 20 (sterk).
- Uit een afzonderlijke studie bleek dat het gebruik van Speech Enhancer vermoeidheid met 21% verminderde tijdens een tijdgecomprimeerde auditieve dag (Latzel et al., 2024).

Inleiding

Uit meerdere studies is gebleken dat mensen met gehoorverlies hebben aangegeven dat ze meer aandacht, concentratie en mentale en luisterinspanning kwijt zijn om te compenseren voor de problemen waar ze mee om moeten gaan door hun slechthorendheid (Hétu et al., 1988; Kramer et al., 2006).

Speech Enhancer is een adaptief algoritme in hoortoestellen van Phonak en werd geïntroduceerd in 2020. Op het moment dat dit geschreven wordt, is het beschikbaar in hoortoestellen van Paradise, Lumity en Infinio-platform. Het is ontworpen om versterkingen van spraaksignalen in rustige situaties te verbeteren (Pittmann et al., 2023). Er wordt een versterking van maximaal 10 dB toegepast in de volgende situaties:

- Er wordt spraak met een ingangsniveau van 30-50 dB gedetecteerd; en
- Signaal/ruis-verhouding (SNR) is minstens +10 dB

Het grootste voordeel van hoortoestelgebruikers toegang geven tot Speech Enhancer is dat deze technologie erop is gericht het verstaan van spraak in rust te verbeteren. Spraak verstaan in rust is de belangrijkste indicator van het voordeel van hoortoestellen (Dillon, 2018). Speech Enhancer wordt geactiveerd wanneer hoortoestelgebruikers in het programma Rustige situatie van AutoSense OS zijn. We weten dankzij onze Datalake aanpassingsgegevens dat hoortoestelgebruikers minstens 68% van de tijd in Rustige situatie zijn*. Er kan verondersteld worden dat als Speech Enhancer spraakverstaan van rustige spraak of spraak op afstand verbetert, dit minder luisterinspanning kost.

Speech Enhancer is al intensief en succesvol bestudeerd in andere studies. Appleton-Huber, 2020, heeft vastgesteld dat deelnemers met matig tot ernstig gehoorverlies minder luisterinspanning vertoonden wanneer ze luisterden naar spraak op afstand, zowel in een gekoppelde vergelijking als een classificatiemodel voor luisterinspanning. Latzel, 2023, is tot de conclusie gekomen dat deelnemers met matig tot ernstig gehoorverlies minder luisterinspanning vertoonden met Speech Enhancer AAN in vergelijking met Speech Enhancer UIT terwijl er geluisterd werd naar spraak op afstand met de Adaptive Categorical Listening Effort Scaling (ACALES)-procedure.

Eeg en luisterinspanning

Luisterinspanning op neurofysiek niveau is al succesvol bestudeerd in een vorige studie (Winneke A. H., 2020). Tijdens het eerste experiment ondervonden 20 ervaren deelnemers (ernstig gehoorverlies) minder subjectieve luisterinspanning wanneer ze luisterden met een smalle directionele microfoon (DM, StereoZoom) dan met een wijde DM (RealEarSound) met behulp van de ACALES. Verder was er een daling van

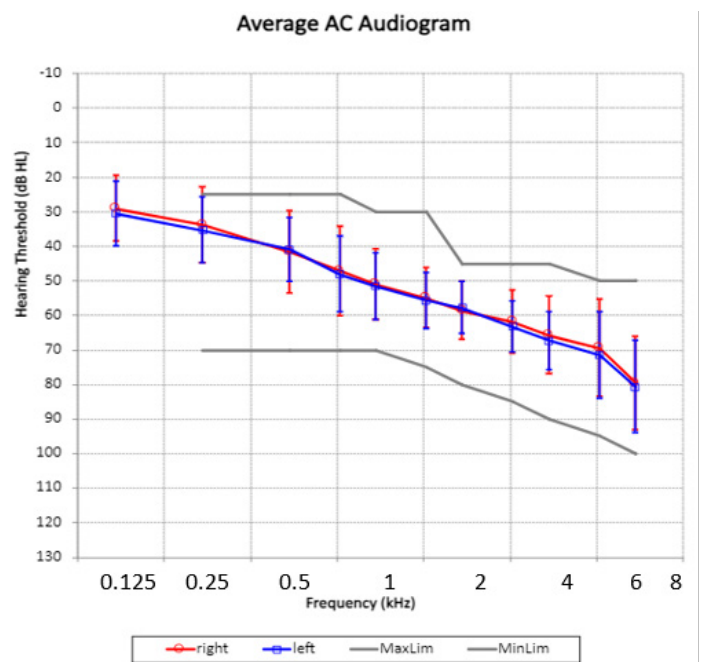
elektro-encefalografische (eeg) alfa-golven voor de smalle directionele microfoon (DM). Gedurende het eeg-experiment luisterden deelnemers naar zinnen met cafetariageluiden op de achtergrond en werden ze gevraagd de ondervonden luisterervaring (ACALES gecombineerd met eeg) te beoordelen.

Verdere studies hebben ook aangetoond dat een vermindering in alfa-golven (gemeten met een eeg) geassocieerd wordt met een vermindering in cognitieve (luister- en werkgeheugen) inspanning in rumoerige omgevingen (Jensen, 2020; Klimesch, 2007; Obleser, 2012; Wisniewski, 2017; Winneke A. D., 2018; Winneke A. S., 2018; Nawaz, 2023).

Zodoende worden niet alleen de subjectieve voordelen van de Speech Enhancer beoordeeld op het gebied van luisterinspanning, maar het huidige onderzoek was ook ontworpen om het effect van de Speech Enhancer op neurologisch niveau te beoordelen met behulp van eeg-metingen. Dit werd gemeten terwijl de deelnemer een aantal verschillende luistertaken uitvoerde met behulp van situaties die zachte stemniveaus nabootsen met spraak op afstand terwijl de spreker in dezelfde ruimte is of spraak die komt van een aangrenzende ruimte (zie figuur 2).

Methodologie

27 ervaren (minimaal 6 maanden gebruik) hoortoestelgebruikers namen deel aan de studie. 13 waren mannen en 14 waren vrouwen. De leeftijdscategorie was 30 tot 81 jaar oud (gemiddeld 69,6 jaar en SD 11,6 jaar). Het gehoorverlies van de deelnemers was mild tot ernstig. De gemiddelde gehoordrempel wordt weergegeven in figuur 1.



Figuur 1. Gemiddelde hoortoesteldrempel van deelnemers. De grijze lijnen markeren het inclusiegebied aan de hand van de inclusiecriteria voor de deelnemers.

*Phonak Datalake aanpassingsgegevens geëxtrapoleerd op 14 mei 2024 voor Phonak Lumity-gebruikers met gebruikstijd in de VS.

Deelnemers werden uitgerust met Phonak Audéo™ Lumity (Audéo™ L90-R) oplaadbare hoortoestellen. Ze kregen twee handmatige programma's:

Rustige situatie: Speech Enhancer UIT (0) (SE UIT)

Rustige situatie: Speech Enhancer AAN (20) (maximale intensiteit) (SE AAN)

Spraakmateriaal werd aangeboden in rust via een luidspreker op een afstand van 4 m (bijv. spraak op afstand) in een omgeving met echo (rechterkant van figuur 2) en in een aangrenzende ruimte met de deur op een kier (linkerkant van figuur 2). Allebei de omgevingen (ruimtes) waren akoestisch gesimuleerd met een 16 luidspreker ambisonics-installatie gecontroleerd door TASCAR (G. Grimm, 2016; Grimm, Luberadzka, & Hohmann, 2019). Het spraakniveau was gekalibreerd op een afstand van 4 m (A-gewicht).



Figuur 2. Installatie voor spreker van aangrenzende ruimte (links) en spreker op afstand (rechts). Groene vierkant met 'S' staat voor de spreker.

De Oldenburg sentence test (OLSA) (Wagener, 1999) werd uitgevoerd gedurende de screening om het optimale spraakniveau (SRT50% in dB) te bepalen voor de volgende metingen.

ACALES/taak luisterinspanning

Het spraakmateriaal van de ACALES was gebaseerd op de Duitse OLSA sentence matrix test. Deelnemers werden gevraagd hun waargenomen luisterinspanning te beoordelen aan de hand van een schaal via een touchscreen. De schaal gaat van 1 (geen inspanning) naar 14 (niet gehoord), gebaseerd op de ACALES (Krüger, 2017). Deze waarden (effort scaling units - ESCU) vormden de subjectieve gedragsgegevens omtrent de subjectieve ervaring van luisterinspanning. De originele ACALES-schaal was aangepast in deze studie door het laatste niveau ('alleen ruis') te hernoemen naar 'niet gehoord', aangezien de aanwezige signalen spraak in rust zijn zonder achtergrondlawaai. Om een goed werkend niveau te garanderen, werd het resultaat van de OLSA in rust gebruikt (SRT50% voor het niveau van 4 m plus 3, 6,5 en 10 dB). In deze studie bestond elke conditie uit 10 blokken van 3 OLSA-zinnen (trio). Na elke trio werden deelnemers gevraagd hun ervaren luisterinspanning te beoordelen.

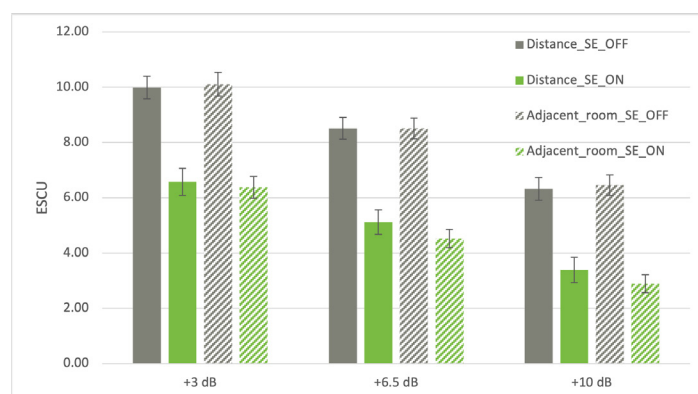
Eeg

Een constante eeg werd opgenomen met een draadloos Smarting eeg-systeem met 24 kanalen (mBrainTrain, Belgrado, Servië) terwijl deelnemers de luisterinspanningstaak uitvoerden. De hersenactiviteit werd geregistreerd van 24 electrode locaties en is ingebouwd in een aangepaste elastische eeg-muts (EasyCap, Herrsching, Duitsland) en georganiseerd volgens het internationale 10-20 systeem (Jasper, 1958). Software van Lab Streaming Layer (Kothe, 2014) en Smarting Streamer (mBrainTrain, Belgrado, Servië) worden gebruikt om eeg-gegevens te registreren. De eeg was geregistreerd op een voorbeeldfrequentie van 500 Hz met een laagdoorlaatfilter van 250 Hz.

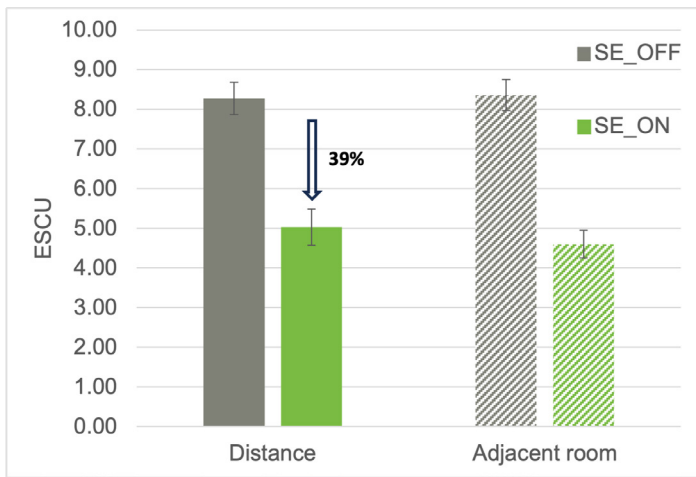
Resultaten

ACALES/taak luisterinspanning

Er is een ANOVA van 2 x 2 x 3 herhaalde metingen uitgevoerd om de subjectieve luisteringsresultaten te beoordelen met de factoren Speech Enhancer (AAN vs. UIT), locatie (op afstand vs. aangrenzende ruimte) en SNR (+3 dB, +6,5 dB, +10 dB). Figuur 3 geeft de resultaten weer van de ACALES-taak. De resultaten tonen een belangrijk effect van SNR ($F = 142,65$; $p < 0,001$), wat suggereert dat een toename in volume de waargenomen luisterinspanning (3 dB > 6,5 dB > 10 dB) vermindert. Bovendien bleek uit het voornaamste effect van Speech Enhancer dat de subjectieve luisterinspanning aanzienlijk lager was wanneer het algoritme van de Speech Enhancer was geactiveerd ($F = 123,12$; $p < 0,001$). In figuur 4 wordt weergegeven dat de vermindering van de luisterinspanning met betrekking tot de activatie van de Speech Enhancer 39% was als de spraakbron zich op een afstand van 4 m bevond en 45% als de spraakbron afkomstig was van de aangrenzende ruimte. De resultaten toonden echter geen belangrijk effect met betrekking tot de locatie en er waren geen interactiegevolgen tussen de factoren.



Figuur 3. Resultaten van het ACALES-experiment tonen gemiddelde scores voor de luisterinspanning (ESCU) voor alle condities (foutbalken geven standaard foutmelding weer).

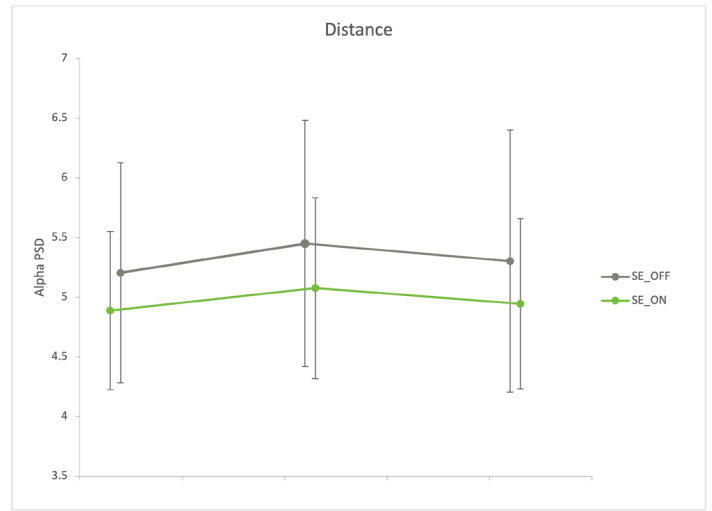


Figuur 4. Resultaten van het ACALES-experiment tonen de belangrijkste invloed van Speech Enhancer op de gemiddelde scores voor de luisterinspanning (ESCU (foutbalken geven standaard foutmelding weer).

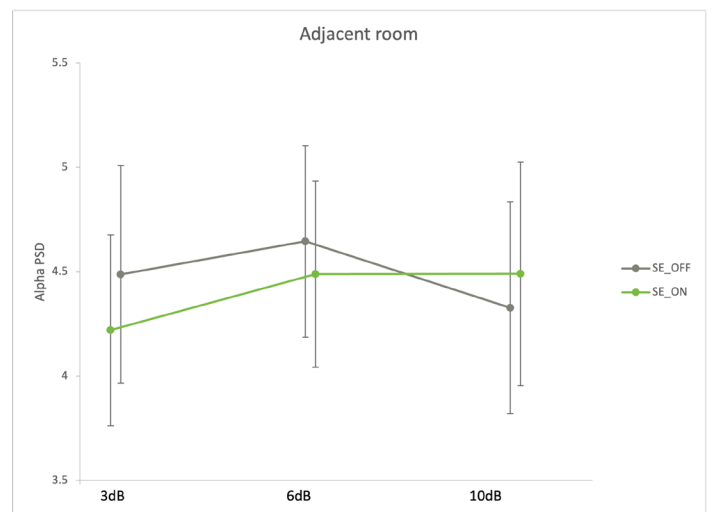
Eeg-gegevens

De analyses waren gericht op de activiteit in de alfa eeg-frequentieband (7 tot 13 Hz) om de neurofysieke markerings te bestuderen tijdens het luisterinspanningsexperiment (ACALES). De gemiddelde waarden voor spectrale vermogensdichtheid (PSD) van alfa zijn verkregen van elk kanaal, elke conditie en elke deelnemer. Uit de visuele inspectie van de topografische distributie bleek dat de sterkste alfa-activiteit plaatsvond bij de fronto-centrale elektrodegebieden. Dit komt overeen met een vorige studie die het effect van directionele microfoontechnologie heeft bestudeerd op luisterinspanning (Winneke et al., 2020). Voor de statistische analyses zijn de gemiddelde PSD-waarden voor de fronto-centrale elektrodegebieden Afz, F3, F4, Fz, Cz in de alfa frequentieband van 7 tot 13 Hz berekend.

Er is een ANOVA van $2 \times 2 \times 3$ herhaalde metingen uitgevoerd om de eeg-gegevens te beoordelen van het ACALES-experiment met de factoren Speech Enhancer AAN vs. UIT, locatie (op afstand vs. aangrenzende ruimte) en SNR (+3 dB, +6,5 dB, +10 dB). Figuur 5 en 6 geven de resultaten weer van de analyse van eeg-gegevens van de ACALES-taak. Uit de analyse bleek dat er geen aanzienlijke invloed was van Speech Enhancer ($F = 1,24$; $p = 0,28$), van locatie ($F = 1,08$; $p = 0,31$) of van SNR ($F = 1,64$; $p = 0,20$).



Figuur 5. ACALES: gemiddelde alfa PSD-waarden met standaard foutbalken van de alfa frequentieband (7-13 Hz) bij de fronto-centrale elektrodegebieden voor de conditie: locatie (afstand).



Figuur 6 ACALES: gemiddelde alfa PSD-waarden met standaard foutbalken van de alfa frequentieband (7-13 Hz) bij de fronto-centrale elektrodegebieden voor de conditie: locatie (aangrenzende ruimte).

Conclusie

De resultaten van het luisterinspanningsexperiment (ACALES) toonden een toename in subjectieve beoordelingen van de luisterinspanning met een vermindering van spraakintensiteitsniveaus en een duidelijk voordeel (bijv. het verlagen van beoordelingsscores van de subjectieve luisterinspanning) wanneer de Speech Enhancer werd ingeschakeld voor allebei de locaties (afstand van 4 m en aangrenzende ruimte). Dit komt overeen met de vorige studie waarin een smalle directionele microfoon was gekoppeld aan lagere luisterinspanningsresultaten in vergelijking met een bredere directionele microfoon (Winneke et al., 2020). Verder waren de voordelen van de Speech Enhancer-technologie vergelijkbaar voor beide locaties (spraak van een spreker op afstand in dezelfde ruimte en spraak van een spreker in een aangrenzende ruimte).

In de eeg-analyses zijn er geen statistische verschillen geconstateerd tussen de twee locaties of tussen de in- of uitschakeling van Speech Enhancer. In andere woorden, er kon op neurofysiek niveau geen duidelijk effect worden gedetecteerd van de Speech Enhancer-technologie. Dit is mogelijk dankzij een relatief grote variatie tussen deelnemers, voornamelijk voor de conditie waar de Speech Enhancer was uitgeschakeld (bekijk figuur 5 en 6). Daarnaast is in vorig onderzoek aangetoond dat de rol van eeg-alfa in de context van luisterinspanning is gekoppeld aan de onderdrukking van niet relevante informatie zoals ruis. Aangezien het huidige experiment is uitgevoerd in rust, was er weinig niet relevante informatie om onderdrukt te worden. Dit kan een reden zijn waarom het effect in de alfa frequentieband niet zo duidelijk zichtbaar was als in de studies die gebruik hebben gemaakt van spraak in ruisparadigma's (Winneke et al., 2020).

Referenties

- Appleton-Huber, J. (2020). AutoSense OS™ 4.0 - significantly less listening effort and preferred for speech intelligibility. Phonak Study Field News, beschikbaar op <https://www.phonak.com/en-int/professionals/audiology-hub/evidence-library>.
- Dillon H, Hickson L, Seeto M. (2018). Hearing aids: What audiologists and ENTs should know. Keynote address: World Congress of Audiology. Kaapstad, Zuid-Afrika.
- Grimm, G., Kollmeier, B., & Hohmann, V. (2016). Spatial acoustic scenarios in multi-channel loudspeaker systems for hearing aid evaluation. *Journal of the American Academy of Audiology*, 27(7), 557-566.
- Grimm, G., Luberadzka, J., & Hohmann, V. (2019). A Toolbox for Rendering Virtual Acoustic Environments in the Context of Audiology. *Acta Acustica united with Acustica*, 105(3), 566-578.
- Hétu, R., Riverin, L., Lalonde, N., Getty, L., & St-Cyr, C. (1988). Qualitative Analysis of the Handicap Associated with Occupational Hearing Loss. *British Journal of Audiology*, 22 (4), 251-264. doi:10.3109/03005368809076462.
- Jensen, O. G. (2020). Oscillations in the alpha band (9-12 Hz) increase with memory load during retention in a short-term memory task. *Cerebral cortex*, 12(8), 877-882.
- Klimesch, W. S. (2007). EEG alpha oscillations: the inhibition-timing hypothesis. *Brain research reviews*, 53(1), 63-88.
- Kramer, S. E., Kapteyn, T. S., & Houtgast, T. (2006). Occupational performance: comparing normally-hearing and hearing-impaired employees using the Amsterdam Checklist for Hearing and Work. *International Journal of Audiology*, 45, 503-512.
- Krueger, M., Schulte, M., Brand, T., & Holube, I. (2017). Development of an adaptive scaling method for subjective listening effort. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 141(6), 4680.
- Latzel, M. (2023). Speech Enhancer significantly reduces listening effort and increases intelligibility for speech from a distance. Phonak Study Field News, beschikbaar op <https://www.phonak.com/en-int/professionals/audiology-hub/evidence-library>.
- Latzel, M., Heeren, J., & Lesimple, C. (2024). Speech Enhancer reduces listening effort and fatigue. Phonak Study Field News, beschikbaar op <https://www.phonak.com/en-int/professionals/audiology-hub/evidence-library>.
- Nawaz, R. W. (2023). Exploring the Effects of EEG-Based Alpha Neuro feedback on Working Memory Capacity in Healthy Participants. *Bioengineering*, 10(2), 200.
- Obleser, J. W. (2012). Adverse listening conditions and memory load drive a common alpha oscillatory network. *Journal of Neuroscience*, 32(36), 12376-12383.
- Pittman, A. L., & Stewart, E. C. (2023). Dependent effects of signal audibility for processing speech: Comparing performance with NAL-NL2 and DSL v5 hearing aid prescriptions at threshold and at suprathreshold levels in 9- to 17-year-olds with hearing loss. *Trends in Hearing*, 27, 1-16. DOI: 10.1177/23312165231177509.
- Winneke, A. D. (2018). Listening effort and EEG as measures of performance of modern hearing aid algorithms. *Audiology Online*, 24198, 1-13.
- Winneke, A. H. (2020). Effect of directional microphone technology in hearing aids on neural correlates of listening and memory effort: an electroencephalographic study. *Trends in Hearing*, 24, 2331216520948410.
- Winneke, A. S. (2018). Spatial noise processing in hearing aids modulates neural markers linked to listening effort: An EEG study. *Audiology Online*, 23858, 1-27.
- Wisniewski, M. G. (2017). Theta-and alpha-power enhancements in the electroencephalogram as an auditory delayed match-to-sample task becomes impossibly difficult. *Psychophysiology*, 54(12), 1916-1928.

Auteurs en onderzoekers

Interne onderzoekers



Julia Habicht werd aangenomen in 2017 als Audiologisch onderzoeker Sonova afdeling Onderzoek en ontwikkeling in Zwitserland. Na getraind te zijn als hoortoestelakoesticus in Lübeck in 2007, heeft ze hoortechologie en audiologie gestudeerd bij de universiteit van Oldenburg. Hier heeft ze in 2018 ook haar PhD behaald in Neurosensorische wetenschap en systemen.



Martina Schuepbach-Wolf is een Audiologische wetenschapper en werkt sinds 2011 bij Sonova in de afdeling Onderzoek en ontwikkeling in Zwitserland. Ze komt uit Duitsland en ze heeft 5 jaar in Berlijn gewerkt als audicien. Tot 2011 studeerde ze hoorakoestiek aan de Luebeck University of Applied Sciences. In de werksfeer werkt ze graag aan nieuwe technologie en vindt ze het interessant om potentiële voordelen en risico's te bestuderen.

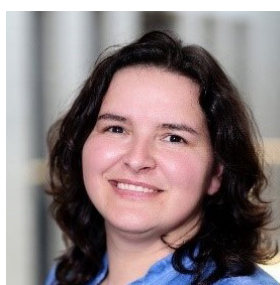
Externe onderzoekers



Matthias Vormann werkt sinds 2005 bij Hörzentrum Oldenburg gGmbH in het veld van audiologie en bijbehorende projecten. Hij werkt in klinische studies over wetenschappelijke problemen in industrie-studies en heeft openbaar projecten gefinancierd als projectmanager en onderzoeker. Hij heeft in 2011 zijn PhD ontvangen van de universiteit van Oldenburg.



Axel Winneke heeft in 2004 zijn master ontvangen in Biological Psychology bij Maastricht University en heeft zijn PhD in Experimental Psychology behaald in 2009 bij Concordia University in Montreal. Zijn onderzoek gaat over de neurofysieke meting van cognitie en perceptie. Hij is op dit moment senior onderzoeker bij de branche Gehoor, spraak en audiotechologie van het Fraunhofer Institute for Digital Media Technology in Oldenburg en werkt aan toegepaste onderzoeksprojecten op het gebied van Neuroergonomics met een specifieke interesse in luisterinspanning.



Müge Kaya is sinds 2000 als medisch-technisch assistent verbonden aan het Hörzentrum Oldenburg, waarbij ze zich met name bezighoudt met de audiologische beoordeling van hoorsystemen, speciale audiologische diagnostiek, het organiseren van projecten en het werven van deelnemers.