

# Phonak

## Field Study News.

### Ottimizzazione del Parlato riduce lo sforzo uditivo relativo al parlato fino al 45%

Questo studio, condotto presso il Centro audiologico di Oldenburg, ha rilevato che con l'Ottimizzazione del Parlato attivata, lo sforzo uditivo soggettivo per il parlato a distanza/a bassa intensità si riduce del 39%. Quando il parlato proviene da una stanza adiacente, lo sforzo uditivo soggettivo si riduce del 45%.

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

#### Punti salienti

- ACALES è stato utilizzato per valutare lo sforzo uditivo soggettivo, mentre le misurazioni dell'elettroencefalogramma (EEG) sono state utilizzate per rilevare le differenze neurofisiologiche quando l'Ottimizzazione del Parlato è stata attivata.
- Con l'Ottimizzazione del Parlato attivata, lo sforzo uditivo soggettivo per il parlato a distanza/a bassa intensità si riduce del 39%.
- Quando il parlato proviene da una stanza adiacente, lo sforzo uditivo soggettivo si riduce del 45%.
- Le analisi EEG non hanno rivelato differenze statistiche tra due posizioni del parlante (discorso a distanza nella stessa stanza o in una stanza adiacente) né tra l'Ottimizzazione del Parlato attivata o disattivata. In altre parole, a livello neurofisiologico non è stato possibile rilevare alcun effetto chiaro della tecnologia di Ottimizzazione del Parlato.

#### Considerazioni per la pratica

- Le persone con ipoacusia riferiscono la necessità di aumentare lo sforzo uditivo/mentale per compensare le difficoltà derivanti dalla loro condizione.
- Ottimizzazione del Parlato è un algoritmo adattivo concepito per migliorare i picchi di un segnale vocale a bassa intensità in situazioni di quiete.
- L'Ottimizzazione del Parlato è stata introdotta per la prima volta nel 2020 con i dispositivi Paradise Premium (livelli di performance 90) ed è stata impostata come default solo per gli utenti selezionati come "utenti esperti" in Phonak Target. Nella piattaforma Infinio, l'Ottimizzazione del Parlato è ora attiva di default, anche per i nuovi utenti. Può essere impostata tra 0 (disattivata) e 20 (forte).
- Uno studio separato ha rilevato che l'uso dell'Ottimizzazione del Parlato ha ridotto del 21% l'accumulo di fatica durante una giornata uditiva compressa nel tempo (Latzel et al., 2024).

## Introduzione

Numerosi studi hanno rilevato che le persone con ipoacusia riferiscono la necessità di aumentare l'attenzione, la concentrazione e lo sforzo uditivo/mentale per compensare le difficoltà derivanti dalla loro condizione (Hétu et al., 1988; Kramer et al., 2006).

L'Ottimizzazione del Parlato è un algoritmo adattivo presente negli apparecchi acustici Phonak, introdotto per la prima volta nel 2020. Al momento della stesura di questo testo, è disponibile negli apparecchi acustici con piattaforma Paradise, Lumity e Infinio. È progettata per migliorare i picchi di un segnale vocale in situazioni di quiete (Pittmann et al., 2023). Sarà applicato un guadagno aggiuntivo di 10 dB nelle seguenti circostanze:

- quando viene rilevato un livello d'ingresso del parlato fra 30 e 50 dB; e
- il rapporto Segnale/Rumore (SNR) è di almeno +10 dB

Il principale vantaggio dell'Ottimizzazione del Parlato per gli utenti di apparecchi acustici è che mira a migliorare la comprensione del parlato in condizioni di quiete. L'ascolto del parlato in condizioni di quiete è il maggior indicatore dei benefici degli apparecchi acustici (Dillon, 2018). L'Ottimizzazione del Parlato si attiva quando l'utente dell'apparecchio acustico si trova nel programma situazioni di quiete di AutoSense OS. Dai dati di fitting del Datalake sappiamo che gli utenti di apparecchi acustici si trovano in una situazione di quiete per almeno il 68% del tempo\*. Si potrebbe ipotizzare che se l'Ottimizzazione del Parlato migliora l'intelligibilità del parlato a bassa intensità o a distanza, sarà richiesto un minore sforzo uditivo.

L'Ottimizzazione del Parlato è già stata studiata ampiamente e con successo in altri studi. Appleton-Huber, 2020, ha rilevato che i partecipanti con ipoacusia da moderata a grave hanno mostrato un minore sforzo uditivo nell'ascolto di un discorso a distanza, sia nel confronto diretto che in un paradigma di classificazione dello sforzo uditivo. Latzel, 2023, ha rilevato che i partecipanti con ipoacusia da moderata a grave hanno mostrato un minore sforzo uditivo con Ottimizzazione del Parlato attivata rispetto a Ottimizzazione del Parlato disattivata, durante l'ascolto di un discorso a distanza, utilizzando la procedura di classificazione categorica adattiva dello sforzo uditivo (ACALES).

### EEG e sforzo uditivo

Lo sforzo uditivo a livello neurofisiologico è già stato studiato con successo in uno studio precedente (Winneke A. H., 2020). In un primo esperimento, 20 soggetti esperti (ipoacusia grave) hanno mostrato un minore sforzo uditivo soggettivo quando ascoltavano con il microfono direzionale stretto (DM, StereoZoom) rispetto al DM largo (Real Ear Sound) utilizzando ACALES, nonché una minore potenza elettroencefalografica

(EEG) alfa per il microfono direzionale (DM) stretto. Durante l'esperimento EEG, i partecipanti dovevano ascoltare frasi nel rumore della mensa e valutare lo sforzo uditivo sperimentato (ACALES in combinazione con EEG).

Ulteriori studi hanno inoltre dimostrato che una riduzione della potenza alfa (misurata tramite EEG) è associata a una riduzione dello sforzo cognitivo (ascolto/memoria di lavoro) negli ambienti rumorosi (Jensen, 2020; Klimesch, 2007; Obleser, 2012; Wisniewski, 2017; Winneke A. D., 2018; Winneke A. S., 2018; Nawaz, 2023).

Pertanto, oltre a valutare ulteriormente il beneficio soggettivo dell'Ottimizzazione del Parlato sullo sforzo uditivo, la presente ricerca è stata progettata anche per valutare l'effetto dell'Ottimizzazione del Parlato a livello neurofisiologico mediante misurazioni EEG. Ciò è stato fatto mentre il soggetto eseguiva una serie di diversi compiti di ascolto con l'uso di livelli di voce a bassa intensità che simulavano situazioni di parlato a distanza quando l'interlocutore si trova nella stessa stanza o di parlato proveniente da una stanza adiacente (vedi figura 2).

## Metodologia

Un totale di 27 utenti esperti (minimo 6 mesi di utilizzo) di apparecchi acustici hanno partecipato a questo studio. 13 erano uomini, 14 donne. L'età variava da 30 a 81 anni (media 69,6 anni, SD 11,6 anni). L'ipoacusia dei partecipanti era compresa tra lieve e severa. La soglia uditiva media è mostrata nella figura 1.

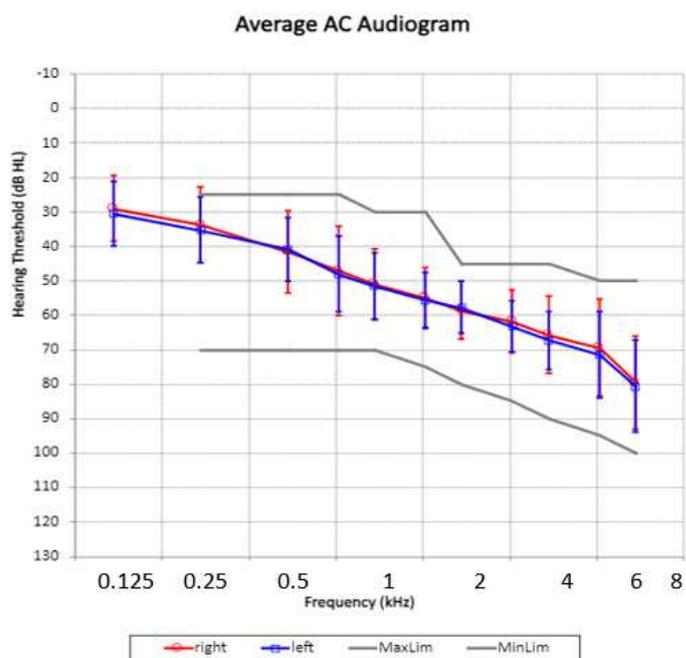


Figura 1. Soglia uditiva media dei partecipanti. Le linee grigie segnano l'area di inclusione secondo i criteri di inclusione dei partecipanti.

\*Dati di fitting del Phonak Datalake estrapolati il 14 maggio 2024 per gli utenti Phonak Lumity con tempo di utilizzo, negli Stati Uniti.

Ai partecipanti sono stati forniti apparecchi acustici ricaricabili Phonak Audéo™ Lumity (Audéo™ L90-R). Questi erano dotati di due programmi manuali:

Situazioni di quiete: Ottimizzazione del Parlato disattivata (0) (SE OFF)

Situazioni di quiete: Ottimizzazione del Parlato attivata (20) (massima intensità) (SE ON)

Il parlato è stato presentato nella quiete da un altoparlante a una distanza di 4 m (ovvero il parlato a distanza) in un ambiente riverberante (parte destra della figura 2) e da una stanza adiacente con la porta socchiusa (parte sinistra della figura 2). Entrambi gli scenari (le due stanze) sono state simulate acusticamente utilizzando un setup ambisonico a 16 altoparlanti controllato da TASCAR (G. Grimm, 2016; Grimm, Luberadzka, & Hohmann, 2019). Il livello del parlato è stato calibrato a una distanza di 4 m (ponderato A).



Figura 2. Configurazione per parlante dalla stanza adiacente (sinistra) e parlante distante (destra). Il quadrato verde con la "S" rappresenta l'oratore/parlante.

L'Oldenburg Sentence Test (OLSA) (Wagener, 1999) è stato eseguito durante lo screening per definire il livello ottimale del parlato (SRT50% in dB) per le seguenti misurazioni.

### ACALES/Attività relativa allo sforzo uditivo

Il parlato per ACALES era basato sul test OLSA tedesco a matrice di frasi. Ai partecipanti è stato chiesto di valutare lo sforzo uditivo percepito su una scala tramite touch screen. La scala va da 1 (nessuno sforzo) a 14 (non udito) sulla base di ACALES (Krüger, 2017). Questi valori (unità di classificazione della riduzione dello sforzo - ESCU) hanno costituito i dati comportamentali soggettivi relativi all'esperienza personale dello sforzo uditivo. La scala ACALES originale è stata modificata in questo studio rinominando il livello finale ("solo rumore") in "non udito", poiché i segnali presentati erano parlato nella quiete senza rumore di fondo. Per garantire un buon livello di lavoro, è stato utilizzato il risultato dell'OLSA nella quiete (SRT50% per il livello a 4 m più 3, 6,5 e 10 dB). In questo studio, ogni condizione consisteva in 10 blocchi di 3 frasi OLSA (terzina). Dopo ogni terzina è stato chiesto ai partecipanti di valutare il loro sforzo uditivo.

### EEG

Un EEG continuo è stato registrato con un sistema Smarting EEG wireless a 24 canali (mBrainTrain, Belgrado, Serbia) mentre i partecipanti eseguivano l'attività relativa allo sforzo uditivo. L'attività cerebrale è stata registrata da 24 siti di elettrodi montati in una cuffia elastica per EEG su misura (EasyCap, Herrsching, Germania) e disposti secondo il sistema internazionale 10-20 (Jasper, 1958). Per registrare i dati EEG sono stati utilizzati i software Lab Streaming Layer (Kothe, 2014) e Smarting Streamer (mBrainTrain, Belgrado, Serbia). L'EEG è stato registrato a una frequenza di campionamento di 500 Hz, con un filtro passa basso di 250 Hz.

### Risultati

#### ACALES/Attività relativa allo sforzo uditivo

Per analizzare le valutazioni dello sforzo uditivo soggettivo è stata condotta un'analisi della varianza a misure ripetute  $2 \times 2 \times 3$  con i fattori Ottimizzazione del Parlato (attivata vs disattivata), posizione (a distanza vs stanza adiacente) e SNR (+3 dB, +6,5 dB, +10 dB). La Figura 3 mostra i risultati dell'attività relativa ad ACALES. I risultati hanno rivelato un effetto principale del rapporto SNR ( $F = 142,65$ ;  $p < 0,001$ ) che suggerisce che un aumento del volume riduce lo sforzo uditivo provato (3 dB > 6,5 dB > 10 dB). Inoltre, un effetto principale dell'Ottimizzazione del Parlato ha dimostrato che lo sforzo uditivo soggettivo era significativamente più basso quando l' algoritmo Ottimizzazione del Parlato era attivato ( $F = 123,12$ ;  $p < 0,001$ ). La Figura 4 mostra che la riduzione dello sforzo uditivo associata all'attivazione dell'Ottimizzazione del Parlato è stata del 39% quando la sorgente del parlato si trovava a una distanza di 4 m e del 45% quando la sorgente del parlato si trovava nella stanza adiacente. Tuttavia, i risultati non hanno indicato un effetto principale significativo della posizione, né sono stati riscontrati effetti di interazione tra i fattori.

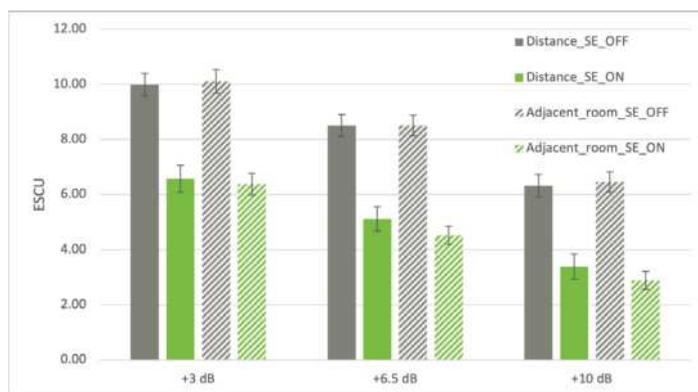


Figura 3. Risultati dell'esperimento ACALES che mostrano i punteggi medi dello sforzo uditivo (ESCU) per tutte le condizioni (le barre relative all'errore riflettono l'errore standard).

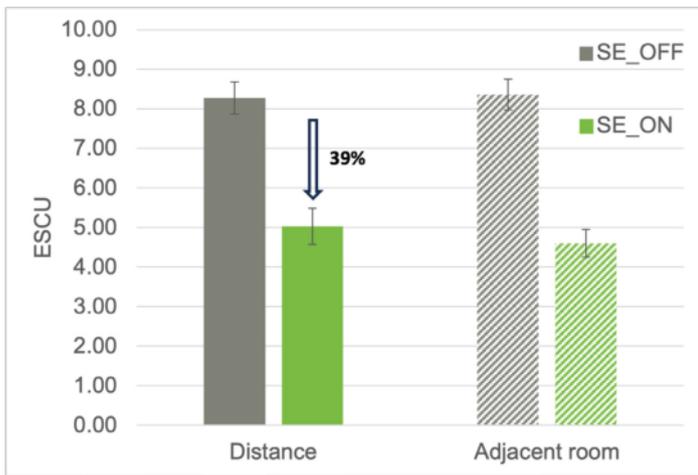


Figura 4. Risultati dell'esperimento ACALES che mostrano l'effetto principale dell'Ottimizzazione del Parlato sui punteggi medi dello sforzo uditivo (ESCU) (le barre relative all'errore riflettono l'errore standard).

### Dati EEG

Per esaminare i marcatori neurofisiologici durante l'esperimento dello sforzo uditivo (ACALES), le analisi si sono concentrate sull'attività nelle bande frequenza alfa dell'EEG (da 7 a 13 Hz). I valori medi della densità spettrale di potenza (PSD) di alfa sono stati estratti per ciascun canale, condizione e partecipante. L'ispezione visiva della distribuzione topografica ha rivelato l'attività alfa più potente nei siti degli elettrodi frontocentrali. Ciò è in linea con uno studio precedente che ha analizzato l'effetto della tecnologia dei microfoni direzionali sullo sforzo uditivo (Winneke et al., 2020). Per le analisi statistiche, sono stati calcolati i valori medi di PSD per i siti degli elettrodi frontocentrali Afz, F3, F4, Fz, Cz nelle bande frequenza alfa da 7 a 13 Hz.

Per analizzare i dati EEG dell'esperimento ACALES è stata condotta un'analisi della varianza a misure ripetute 2 x 2 x 3 con i fattori Ottimizzazione del Parlato attivata vs disattivata, posizione (a distanza vs stanza adiacente) e SNR (+3 dB, +6,5 dB, +10 dB). Le Figure 5 e 6 mostrano i risultati dell'analisi dei dati EEG dell'attività relativa ad ACALES. L'analisi non ha rivelato alcun effetto significativo dell'Ottimizzazione del Parlato ( $F = 1,24$ ;  $p = 0,28$ ), della posizione ( $F = 1,08$ ;  $p = 0,31$ ) e del rapporto SNR ( $F = 1,64$ ;  $p = 0,20$ ).



Figura 5. ACALES: valori medi di PSD alfa più barre di errore standard delle bande frequenza alfa (7-13 Hz) nei siti degli elettrodi frontocentrali per la condizione: posizione (distanza).

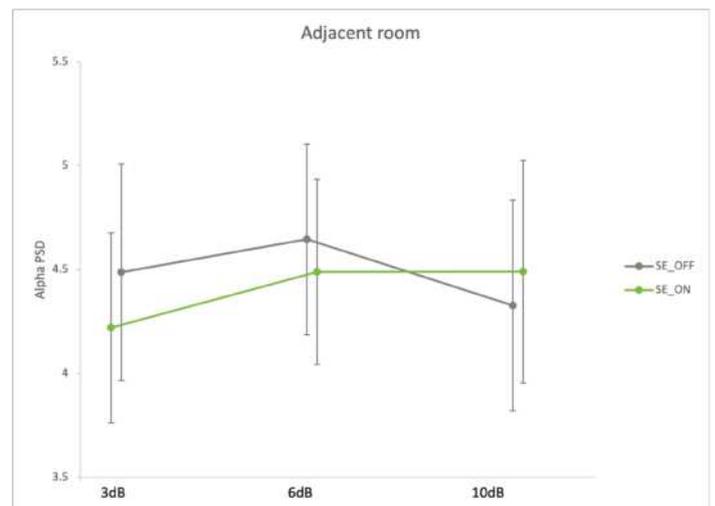


Figura 6. ACALES: valori medi di PSD alfa più barre di errore standard delle bande frequenza alfa (7-13 Hz) nei siti degli elettrodi frontocentrali per la condizione: posizione (stanza adiacente).

### Conclusioni

I risultati dell'esperimento sullo sforzo uditivo (ACALES) hanno mostrato un aumento delle valutazioni soggettive dello sforzo uditivo con la diminuzione dei livelli di intensità del parlato, nonché un chiaro beneficio (ossia punteggi di valutazione dello sforzo uditivo soggettivo più bassi) con l'attivazione dell'Ottimizzazione del Parlato, per entrambe le posizioni (distanza di 4 m e stanza adiacente). Ciò è in linea con uno studio precedente in cui un microfono direzionale stretto è stato collegato a valutazioni dello sforzo uditivo inferiori rispetto a un microfono direzionale più largo (Winneke et al., 2020). Inoltre, il beneficio della tecnologia Ottimizzazione del Parlato è stato paragonabile per entrambi gli scenari di posizione (discorso di un parlante a distanza nella stessa stanza e discorso di un parlante in una stanza adiacente).

Le analisi EEG non hanno rivelato differenze statistiche tra le due posizioni né tra l'Ottimizzazione del Parlato attivata o disattivata. In altre parole, a livello neurofisiologico non è stato possibile rilevare alcun effetto chiaro della tecnologia di Ottimizzazione del Parlato. Ciò potrebbe essere dovuto a una variazione relativamente ampia tra i partecipanti, in particolare per la condizione in cui l'Ottimizzazione del Parlato era disattivata (vedi Figure 5 e 6). Inoltre, in precedenti ricerche il ruolo dell'EEG-alfa nel contesto dello sforzo uditivo è stato collegato alla soppressione di informazioni irrilevanti come il rumore. Dato che l'esperimento in corso è stato condotto nella quiete, le informazioni irrilevanti da sopprimere erano poche, il che potrebbe essere un'ulteriore spiegazione del fatto che l'effetto nelle bande frequenza alfa non è stato così pronunciato come negli studi che hanno utilizzato paradigmi di parlato nel rumore (Winneke et al., 2020).

## Bibliografia

- Appleton-Huber, J. (2020). AutoSense OS™ 4.0 - significantly less listening effort and preferred for speech intelligibility. Phonak Field Study News, disponibile all'indirizzo: <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. Relazione di apertura: Convegno mondiale di Audiologia. Cape Town, SA.
- 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.
- Hetu, 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 Field Study News*, disponibile all'indirizzo: <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 Field Study News*, disponibile all'indirizzo: <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.

## Autori e ricercatori

### Ricercatori interni



Julia Habicht è entrata nel dipartimento di ricerca e sviluppo di Sonova in Svizzera nel 2017 come ricercatrice audiologica. Dopo la formazione come tecnico audioprotesista a Lubecca nel 2007, ha studiato Tecnologia dell'udito e Audiologia all'Università di Oldenburg, dove ha completato

anche il dottorato di ricerca in Scienze e sistemi neurosensoriali nel 2018.



Martina Schuepbach-Wolf è una ricercatrice audiologica che lavora presso Sonova dal 2011 nel reparto dipartimento di ricerca e sviluppo in Svizzera. È tedesca e ha lavorato come audioprotesista per 5 anni a Berlino. Ha studiato Acustica dell'udito all'Università di Scienze Applicate di Lubecca fino al 2011.

In ambito professionale, ama lavorare sulle nuove tecnologie e studiarne i potenziali benefici e rischi.

### Ricercatori esterni



Matthias Vormann lavora presso Hörzentrum Oldenburg gGmbH nel campo dell'audiologia e dei progetti dal 2005. Lavora su studi clinici dedicati a questioni scientifiche negli studi sponsorizzati dalle industrie del settore e nei progetti finanziati da enti pubblici come project manager e sperimentatore. Ha conseguito il dottorato di ricerca presso l'Università di Oldenburg nel 2011.



Axel Winneke ha conseguito la laurea in Psicologia biologica presso l'Università di Maastricht nel 2004 e il dottorato in Psicologia sperimentale presso la Concordia University di Montreal nel 2009. Le sue ricerche vertono sulla misurazione neurofisiologica della cognizione e della percezione.

Attualmente è ricercatore senior presso il Dipartimento di Tecnologia dell'udito, del parlato e dell'audio dell'Istituto Fraunhofer per la Tecnologia dei mezzi digitali di Oldenburg, e lavora a progetti di ricerca applicata nel campo della neuroergonomia con un particolare interesse per la questione dello sforzo uditivo.



Müge Kaya lavora come assistente medico-tecnico presso il Centro audiologico di Oldenburg dal 2000, con un focus sulla valutazione audiologica dei sistemi acustici, sulla diagnostica audiologica speciale, sull'organizzazione tra diversi progetti e sull'acquisizione di soggetti.