

# Klinische Studien zu Oticon Opn™

## EINLEITUNG

*Nicolas Le Goff, Oticon A/S*

Dieses Whitepaper beschreibt die klinischen Studien, die den Nutzen der neuen Signalverarbeitung von Oticon Opn in Bezug auf kognitive Anstrengung, Merkfähigkeit und Sprachverständlichkeit untersuchen. Die Schlüsseltechnologie von Oticon Opn ist der OpenSound Navigator (OSN). Dieser Algorithmus zur Reduktion von Nebengeräuschen arbeitet nach anderen Prinzipien als die herkömmliche Direktionalität und Lärmreduktion (Le Goff et al. 2016) und bildet somit eine neue, eigene Technologieklasse, die sogenannte Multiple Speaker Access Technology (MSAT).

Als etabliertes Maß für die Leistung von Hörsystemen war die Messung der Sprachverständlichkeit ein Teil der Studien zu Oticon Opn. Sie spiegelt allerdings nur teilweise die Komplexität von realen Gesprächssituationen wider und wird bei Signal-Rausch-Verhältnissen (S/N) durchgeführt, die deutlich niedriger sind als die, die in alltäglichen Umgebungen vorliegen (Smeds et al. 2015).

Um den Nutzen von Oticon Opn für die kognitive Leistungsfähigkeit in akustischen Umgebungen mit positiven S/Ns zu erheben, wurden ergänzend Messungen zur kognitiven Anstrengung und Merkfähigkeit durchgeführt (Lunner et al. 2016).

Jede Studie wird separat vom jeweiligen Wissenschaftler vorgestellt. Eine Interpretation der Ergebnisse findet sich im letzten Abschnitt.

**Nicolas Le Goff**, Ph.D., Senior Researcher, Oticon A/S

**Dorothea Wendt**, Ph.D., Scientist, Forschungszentrum Eriksholm

**Thomas Lunner**, Ph.D., Senior Scientist, Forschungszentrum Eriksholm

**Elaine Ng**, Ph.D., Postdoctoral Fellow, Linköping Universität

## Kognitive Anstrengung

*Dorothea Wendt, Thomas Lunner,  
Forschungszentrum Eriksholm*

Ziel der Untersuchung war es, den Nutzen der neuen Signalverarbeitung zur Reduktion von Nebengeräuschen auf die kognitive Anstrengung bei Schwerhörigen nachzuweisen. Die kognitive Anstrengung während einer Sprachverständlichkeitsmessung wurde über die Ausdehnung der Pupille erhoben. Diese sogenannte Pupillometrie wird häufig eingesetzt, um die Anstrengung für die Ausübung einer bestimmten Aufgabe abzuschätzen, z.B. um Sprache in Störgeräuschen zu verstehen (s. z.B. Kramer et al., 1997). Wenn das Verstehen von Sprache, z.B. aufgrund von Lärm mehr kognitive Ressourcen benötigt, zeigt sich der erhöhte kognitive Aufwand in einer größeren Ausdehnung der Pupille.

### Messverfahren

Für jeden Teilnehmer wurde die kognitive Anstrengung für die beiden Hörsysteme Alta2 Pro und Opn untersucht. Während Opn den neuen Algorithmus OSN verwendet, arbeitet Alta2 Pro mit einem konventionellen System zur Direktionalität und Lärmreduktion.

Die 24 Probanden waren zwischen 35 und 80 Jahre alt. Das Durchschnittsalter lag bei 59 Jahren. Sie hatten eine symmetrische Schallempfindungsschwerhörigkeit. Die Werte des über die Frequenzen 0,5, 1, 2 und 4 kHz gemit-

telten Hörverlustes lagen zwischen 34 und 70 dB HL. Der Mittelwert betrug 47 dB HL.

Aufgabe der Probanden war es, Sätze des dänischen HINT-Tests zu wiederholen, die im Störgeräusch dargeboten wurden. Jeder Proband führte für jedes Hörsystem eine Testliste mit jeweils 25 Sätzen durch. Das Störgeräusch setzte sich aus einem Stimmengewirr von 4 einzelnen Sprechern zusammen, die aus vier Lautsprechern in den Richtungen  $+/-90^\circ$  und  $+/-150^\circ$  dargeboten wurden (s. Abb. 1). Zusätzlich wurde als diffuser Hintergrundlärm aus den Lautsprechern bei  $+150^\circ$  und  $-150^\circ$  ein unmoduliertes, sprachsimulierendes Rauschen bei einem S/N von  $-1.8$  dB vorgespielt. Insgesamt ergab sich ein S/N von  $-4$  dB zwischen den Störsprechern und dem sprachsimulierenden Rauschen. Die Pupillengröße wurde während dieser Messung mit einem Eye-Tracker System erhoben (iView X RED System, Senso -Motoric Instruments).

Der Pegel des Zielsprechers lag fest bei 70 dB SPL. Der S/N wurde für jeden Teilnehmer individuell so eingestellt, dass das Sprachverstehen bei 95% lag (im Mittel =  $7.1$  dB SN,  $SD=2.3$ ;  $SD=$  Standard Deviation (Standardabweichung)). Bei der Messung war somit das Sprachverstehen gegeben und die Frage war, inwiefern Opn im Vergleich zu Alta2 Pro die kognitive Anstrengung reduziert und damit das Sprachverstehen erleichtert.



Abb. 1: Vier Lautsprecher wurden seitlich und hinter dem Probanden platziert, bei  $+/-90^\circ$  und  $+/-150^\circ$ . Aus jedem Lautsprecher wurde ein Störsprecher dargeboten. Bei den Lautsprechern bei  $+/-150^\circ$  wurde zusätzlich ein Rauschen abgespielt. Die Zielsprache kam aus  $0^\circ$ -Richtung. Der Abstand zwischen Kamera und Testperson betrug ca. 60 cm. Alle Messungen wurden in einem schallisolierten Raum durchgeführt.

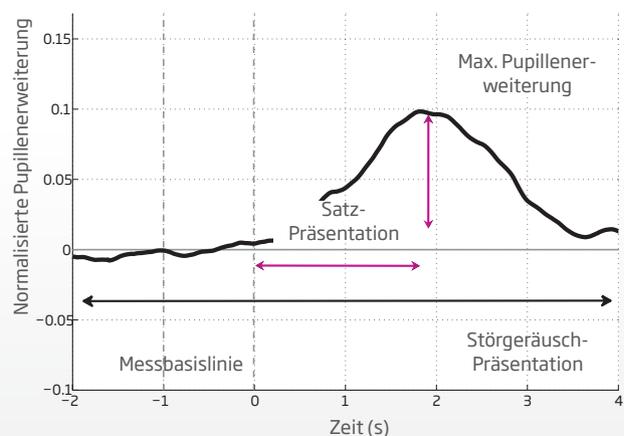


Abb. 2: Beispiel einer über alle Probanden gemittelten normalisierten Pupillenerweiterungskurve. Die Pupillengröße wurde im Verhältnis zu der Messbasislinie normalisiert, bei der nur die Störgeräusche vorhanden waren.

## Auswertung und Ergebnisse

Daten der Pupillometrie wurden für jeden Teilnehmer in 25 Durchgängen erhoben. Die Daten der ersten fünf Durchgänge wurden für die Auswertung nicht berücksichtigt, um Trainingseffekte auszuschließen. Von den verbleibenden Durchgängen wurden diejenigen ausgeschlossen, die mehr als 20% Blinzeln oder Bewegungen enthielten (zwei von ursprünglich 26 Probanden wurden deshalb von der Auswertung komplett ausgeschlossen). Für die restlichen Durchgänge wurde der Lidschlag durch eine lineare Interpolation rausgerechnet. Darüber hinaus wurde ein Glättungsfilter über diese Durchgänge gelegt, um alle hochfrequenten Artefakte zu entfernen.

Alle auswertbaren Messungen der Pupillengröße wurden normalisiert, indem der Wert der Messbasislinie abgezogen wurde. Dieser Wert wurde aus der durchschnittlichen Pupillengröße ermittelt, die die letzte Sekunde vor Satzbeginn vorhanden war, d.h. als der Proband nur die Störgeräusche vorgespielt bekommen hat. Die maximale Pupillenerweiterung wurde für jeden Probanden und jede Messbedingung ermittelt. Sie ist definiert als der maximale Wert im Zeitintervall zwischen Satzbeginn und Ende der Störgeräuschpräsentation (s. Abb. 2).

Die in Abb. 3 dargestellten Ergebnisse zeigen eine maximale Pupillenerweiterung von 0,093 mm für Oticon Alta2 Pro und eine von 0,069 mm für Oticon Opn. Die kognitive Anstrengung war bei dieser Aufgabe mit Oticon Opn im Vergleich zu Oticon Alta 2 Pro statistisch signifikant geringer (T-Test,  $t=2.2$ ,  $p=0.04$ ).

## Danksagung

Die Autoren danken Sophia Kramer, Adriana Zekveld und Thomas Koelewijn von der VUMC Amsterdam für die Unterstützung bei dem Messaufbau und wertvolle Diskussionen.

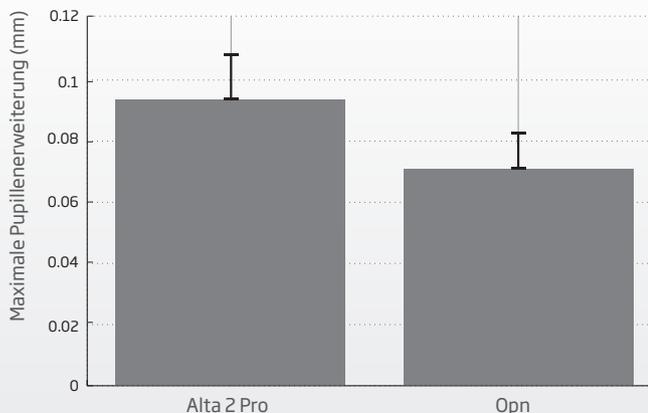


Abb. 3: Maximale Pupillenerweiterung gemittelt über alle Probanden. Die Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung.

## Merkfähigkeit

*Elaine Ng, Linköping Universität*

Lärm erschwert sowohl das Sprachverstehen als auch das Merken von dem Gesagten. Diese negativen Auswirkungen von Lärm können durch eine wirksame Lärmreduktion verringert werden (Ng et al. 2013, 2015). In dieser Messreihe wurde der kognitive Nutzen der Lärmreduktion von Oticon Opn, des OpenSound Navigators, über die Messung der Merkfähigkeit bei Sprachverständlichkeiten von 95% und 70% untersucht.

## Messverfahren

26 erfahrene Hörsysteme-Nutzer im Alter von 38 bis 69 Jahren nahmen an den Messungen teil (Mittel=63.5 Jahre, SD=6.5). Der Hörverlust war sensorineural und symmetrisch und lag über 0.5, 1, 2 und 4 kHz gemittelt zwischen 37 und 66 dB HL (Mittel=49.1 dB HL, SD=7.0). Die Merkfähigkeit wurde mithilfe des Sentence-final Word Identification and Recall test (SWIR, Ng et al. 2013, 2015) gemessen. Ein Teilnehmer hatte zwei Aufgaben: zuerst musste er das letzte Wort eines jeden gehörten Satzes wiederholen. Nach 7 Sätzen sollte er alle 7 letzten Wörter in beliebiger Reihenfolge wiedergeben.

Die Sätze stammten aus dem schwedischen Hearing-In-Noise-Test (HINT). Eine Beispielsatzliste ist in Tabelle 1 zu sehen. Zu jedem Satz wurden gleichzeitig vier Störsprecher bei einem festen Pegel von 70 dB SPL (C) präsentiert. Der Pegel des Zielsprechers wurde individualisiert, um vergleichbares Sprachverstehen zu gewährleisten. Für 95% Sprachverständlichkeit lag er im Mittel bei 4.0 dB SNR (SD 2.4) und für 70% bei 1.8 dB SNR (SD 2.2).

Es gab zwei Messbedingungen: OpenSound Navigator deaktiviert (OSN AUS) und OpenSound Navigator aktiviert (OSN AN).

	Position
“Blumen wachsen im <b>Garten</b> ”	“Primacy” (Primat/ Erste)
“Sie sieht in den <b>Spiegel</b> ”	
“Das Geschäft schließt über <b>Mittag</b> ”	“Asymptote” (Mitte)
“Erdbeermarmelade ist <b>süß</b> ”	
“Er erschrak seine <b>Schwester</b> ”	“Regency” (Rezenz/ Letzte)
“Das Obst kam in einer <b>Box</b> ”	
“Die Polizei half dem <b>Autofahrer</b> ”	

Tabelle 1. Beispiel einer Testliste aus dem SWIR-Test. Die Sätze haben eine ähnliche grammatikalische Struktur.

Die Probanden saßen in der Mitte eines schallisolierten Raums. Der Zielsprecher wurde aus 0°-Richtung dargeboten. Die vier Störsprecher wurden aus 1 m entfernten Lautsprechern aus den Richtungen 90°, 135°, 225° und 270° vorgespielt.

### Auswertung und Ergebnisse

Die mittlere Merkfähigkeit ist in Abb. 4 für die Messbedingungen OSN AN und OSN AUS jeweils für die zwei Verständlichkeitswerte und die drei unterschiedlichen Positionen der Wörter in der Liste dargestellt.

Eine Varianzanalyse (ANOVA) zeigte signifikante Haupteffekte für OSN und den Darbietungspegel. Die mittlere Merkfähigkeit war besser für die Bedingung OSN AN (ANOVA,  $F(1, 25)=15.2$ ,  $p<0.01$ ) und für 95% Sprachverständlichkeit (ANOVA,  $F(1, 25)=11.0$ ,  $p<0.01$ ). Der Faktor OSN interagiert sowohl mit dem Darbietungspegel als auch mit der Position in der Liste ( $F(2, 50)=3.3$ ,  $p<0.05$ ). Es wurde angezeigt, dass der OSN bei 95% die Merkfähigkeit für alle Listenpositionen verbesserte. Für 70% waren die Ergebnisse ähnlich. Hier war die Verbesserung der Merkfähigkeit für die ersten Wörter der Liste am größten.

Die Studie zeigt, dass der OpenSound Navigator kognitive Ressourcen freisetzt und die Merkfähigkeit beim Verstehen in Störgeräuschen signifikant verbessert. Gerade, wenn die Hörsituation besonders schwierig wird, erleichtert der OpenSound Navigator das Abspeichern der ersten gehörten Wörter im Langzeitgedächtnis. Diese Fähigkeit ist im Alltag wichtig, um Sprache unter akustisch ungünstigen Bedingungen zu verstehen.

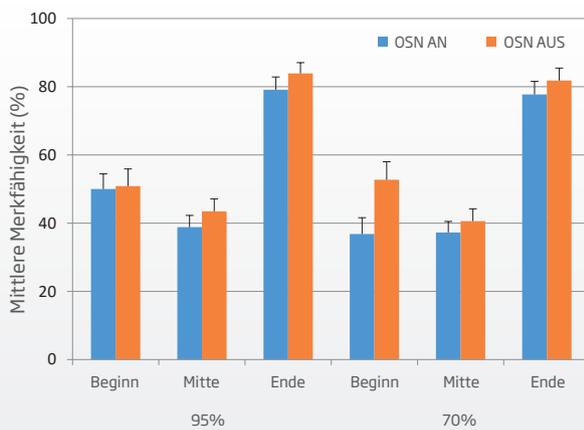


Abb. 4. Mittlere Merkfähigkeit in Prozent für die Messbedingungen OSN AUS und OSN AN bei 95% und 70% Sprachverständlichkeit als Funktion der Position. Die Fehlerbalken entsprechen der Standardabweichung.

## Sprachverständlichkeit

*Elaine Ng, Linköping University*

In dieser Messreihe wurde die Sprachverständlichkeit von Oticon Opn im Vergleich zu Oticon Alta2 Pro mithilfe eines Satztests in sprachsimulierendem Rauschen erhoben.

### Messmethode

An dieser Untersuchung nahmen dieselben Probanden wie bei der Studie zur Merkfähigkeit teil. Die Sprachverständlichkeitsschwellen für 50% und 80% wurden mit dem Satztest nach Hagerman ermittelt (Hagerman & Kinnefors, 1995). Für jede Schwelle und jedes Hörsystem wurden zwei Listen mit jeweils 10 Sätzen gemessen. Das sprachsimulierende Rauschen (Hagerman, 1982) hatte dasselbe Langzeitspektrum wie das Satzmaterial. Die Messungen wurden in demselben schallisolierten Raum durchgeführt wie die Messungen zur Merkfähigkeit. Die Zielsätze wurden bei 65 dB SPL (C) von vorne präsentiert (0°). Das Rauschen wurde aus 6 Lautsprechern aus den Richtungen 45°, 90°, 135°, 225°, 270° und 315° dargeboten.

### Auswertung und Ergebnisse

Abb. 5 zeigt die Ergebnisse der Sprachmessungen. Die ANOVA zeigte einen Haupteffekt der Technologie: mit Oticon Opn war die Sprachverständlichkeit besser als mit Oticon Alta2 Pro (ANOVA,  $F(1, 25)=40.2$ ,  $p<0.001$ ).

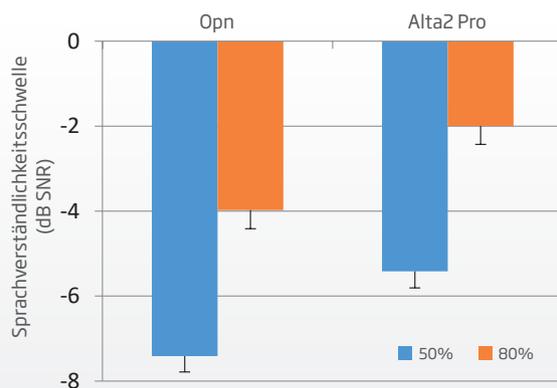


Abb. 5. Mittlere Sprachverständlichkeitsschwelle (in dB SNR) für 50% und 80% Sprachverständlichkeit für Oticon Opn und Oticon Alta2 Pro. Die Fehlerbalken entsprechen der Standardabweichung.

## Zusammenfassung

*Nicolas Le Goff, Oticon A/S*

Erstmalig wurde mithilfe der Pupillometrie und dem Test zur Merkfähigkeit SWIR der Nutzen einer Signalverarbeitung in aktuellen Hörsystemen nachgewiesen.

Die Pupillometrie zeigte mit Oticon Opn eine um 26% reduzierte Pupillengröße im Vergleich zu Oticon Alta2 Pro. Eine solche Reduktion korrespondiert nach Zekveld et al. (2010, 2011) und Koelewijn (2014) mit einer Abnahme der kognitiven Anstrengung.

Die Merkfähigkeit bei 70% Sprachverständlichkeit wurde für das Langzeitgedächtnis (Position "Beginn") im Mittel um 25% erhöht und um 5% für das Kurzzeitgedächtnis (Position "Ende"). Diese Ergebnisse sind in Übereinstimmung mit Ergebnissen von Ng et al.

(2013, 2015), bei denen der Nutzen einer offline implementierten Lärmreduktion nachgewiesen werden konnte.

Bei der Sprachmessung zeigte sich, dass Probanden mit Oticon Opn im Mittel 2dB mehr Rauschen meistern können im Vergleich zu Oticon Alta2 Pro. Dieses Ergebnis entspricht einer Verbesserung der Sprachverständlichkeit mit Oticon Opn um 30% (Hagerman, 1982) im Vergleich zu Oticon Alta2 Pro.

Die Ergebnisse der vorgestellten Studien belegen die Aussage, dass die neue MSAT Technologie eine BrainHearing Technologie ist. Sie verbessert nicht nur das Sprachverstehen, sondern sie reduziert auch die Höranstrengung. Kognitive Ressourcen, die dadurch freigesetzt werden, können für andere Aufgaben, wie z.B. das Merken von Wörtern, genutzt werden.

## Literatur

Hagerman B., (1982). Sentences for Testing Speech Intelligibility in Noise, *Scand Audiol*, 11:2, 79-87

Hagerman, B. and Kinnefors, C. (1995), Efficient adaptive methods for measuring speech reception threshold in quiet and in noise, *Scand Audiol*, 24(1): 71-77.

Koelewijn, T., Zekveld, A., Festen, J. M., and Kramer, S.E. (2014), The influence of informational masking on speech perception and pupil response in adults with hearing impairment, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135, 1596-1606

Kramer, S. E., Kapteyn, T. S., Festen, J. M., et al. (1997). Assessing aspect of hearing handicap by means of pupil dilation. *Audiology* 36, 155-164.

Le Goff, N., Jensen, J., Perdersen, M. S., Callaway, S. L., (2016), An introduction to OpenSound navigator, *Whitepaper, Oticon A/S*

Lunner, T., Rudner, M., Rosenbom, T., Ågren, J. & Ng E. H. N. (2016). Using Speech Recall in Hearing Aid Fitting and Outcome Evaluation Under Ecological Test Conditions, *Ear and Hearing*.

Ng, E. H. N., Rudner, M., Lunner, T., et al. (2013). Effects of noise and working memory capacity on memory processing of speech for hearing-aid users. *Int J Audiol*, 52 (7), 433-441.

Ng, E. H. N., Rudner, M., Lunner, T., et al. (2015). Noise reduction improves memory for target language speech in competing native but not foreign language speech. *Ear Hear*, 36(1), 82-91.

Smeds, K., Wolters, F., and Rung, M. (2015). Estimation of signal-to-noise ratios in realistic sound scenarios. *J. Am. Acad. Audiol*. 26, 183-196.

Zekveld, A. A., Kramer, S. E., and Festen, J. M. (2010). Pupil Response as an Indication of Effortful Listening: The Influence of Sentence Intelligibility, *Ear & Hearing*, Vol. 31,(4), 480-490

Zekveld, A. A., Kramer, S. E., and Festen, J. M. (2011). Cognitive Load During Speech Perception in Noise: The Influence of Age, Hearing Loss, and Cognition on the Pupil Response, *Ear & Hearing*, Vol. 32,(4), 498-510



oticon.de

**oticon**  
PEOPLE FIRST