

KÖNNEN ACCEPTABLE NOISE LEVEL MIT EINEM GERÄUSCH-TOLERANZ-FRAGEBOGEN VORHERGESAGT WERDEN?

Von Karrie Recker, AuD, CCC-A, FAAA, Martin F. McKinney, PhD und Brent Edwards, PhD

Der Test des Acceptable Noise Level (ANL) ist ein Maß für den Hintergrundgeräuschpegel, die ein Mensch zu tolerieren bereit ist.¹ In den letzten Jahren hat der ANL unter den Forschern und den in der Hörvorsorge tätigen Fachleuten Interesse erlangt, da er die Fähigkeit hat mit einer Genauigkeit von 85 % vorherzusagen, wer mit Hörgeräten erfolgreich ist.² Diese Statistik ist nicht nur nützlich für Beratungszwecke, sie bedeutet vielmehr, dass, wenn man verstehen könnte, weshalb verschiedene Menschen in der Lage sind unterschiedliche Hintergrundgeräuschpegel zu tolerieren, man Einblick darin gewinnen könnte, weshalb ein Proband mit Hörgeräten erfolgreich (oder nicht erfolgreich) ist. Dieses Wissen könnte dazu verwendet werden, Hörlösungen für individuelle Menschen anzustreben, um ihre Prognose mit Hörgeräten zu verbessern. Mehrere Studien waren aber bei der Korrelation der ANLs mit anderen audiologischen Faktoren als dem Erfolg mit Hörgeräten nicht erfolgreich. In diesem Artikel geben wir einen Überblick über einige der ANL-Schriften, machen uns Gedanken über mögliche zukünftige Anwendungen des ANL-Tests und berichten über die Ergebnisse einer Befragung, die wir durchgeführt haben, um zu erfahren, weshalb verschiedene Menschen unterschiedliche Hintergrundgeräuschpegel tolerieren.

Die Durchführung des ANL-Tests ist relativ schnell und einfach. Zuerst wird dem Zuhörer fließende Sprache über Kopfhörer oder im Freifeld dargeboten. Oft wird der Arizona Travelogue als Sprachstimulus verwendet (Cosmos, Inc.). Diese Passage beinhaltet die kontinuierliche Rede eines männlichen Sprechers, der über seine Reisen in Arizona spricht. Bei einer adaptiven Vorgehensweise erhält der Zuhörer zuerst die Anweisung, den Sprachpegel auf einen Wert einzustellen der „zu laut“ ist, dann „zu leise“ und anschließend „am angenehmsten für Sie“

ist. Als Nächstes wird Hintergrundgeräusch hinzugefügt, normalerweise ein Stimmengewirr mit vielen Sprechern, und der Zuhörer erhält die Anweisung, den Geräuschpegel einzustellen, zuerst auf einen Wert, der „zu laut ist, um die Sprache zu verstehen“, dann auf einen Wert, der „leise genug ist, damit die Sprache sehr klar ist“ und schließlich auf den höchsten Wert, mit dem der Proband „sich abfinden würde“, während er der Sprache folgt. Der Unterschied zwischen dem Most Comfortable Level (MCL) des Zuhörers und dem maximal tolerierten Hintergrundgeräusch (BNL) ist der ANL. Die Durchführung des Tests dauert 2-3 Minuten.

Ein geringerer ANL-Wert spiegelt eine höhere Toleranz für Hintergrundgeräusche wider. Nach Nabelek et al.,² gibt es drei verschiedene ANL-Kategorien – gering, mittel und hoch. Menschen, die „geringe“ ANLs haben (weniger als 7 dB) sind normalerweise erfolgreiche Hörgeräteträger, während Menschen, die „hohe“ ANLs haben (höher als 13 dB) im Allgemeinen keine erfolgreichen Hörgeräteträger sind. Menschen mit „mittleren“ ANLs (7 bis 13 dB) können mit Hörgeräten erfolgreich sein oder nicht. Nabelek et al. zeigten, dass die meisten schwerhörigen Menschen ANLs zwischen 0 und 25 dB hatten; die am häufigsten auftretenden Werte lagen bei 10-11 dB.

ANLs scheinen nicht mit dem Alter^{1,2}, Geschlecht^{2,3} und der Hörempfindlichkeit^{1,2} eines Menschen oder der Vorliebe für das Vorhandensein eines Hintergrundgeräusches⁴ zusammenzuhängen. Gegenwärtig ist es unklar, ob die ANLs damit zusammenhängen, wie gut ein Mensch Sprache versteht – einige Forscher^{5,6} deuten an, dass ANLs und Sprachverständlichkeit nicht miteinander korrelieren, während andere Forscher⁷ vorschlagen, dass Menschen mit einer besseren Sprachverständlichkeit auch geringere ANLs haben. In gleicher Weise haben

Studien, die ANLs mit und ohne Hörgerät untersuchten, widersprüchliche Ergebnisse produziert, wobei Nabelek et al.⁶ zeigten, dass ANLs unabhängig von den Testbedingungen sind und Ahlstrom et al.⁷ ermittelten, dass ANLs mit Hörgerät geringer sind als ANLs ohne Hörgerät.

Zusätzlich zu diesen Ergebnissen haben sowohl Richtmikrofone als auch Technologien zur Geräuschreduktion gezeigt, dass sie die ANLs des Hörgerägeträgers um ca. 2,5-4 dB verbesserten (verringerten) im Vergleich zu Hörgeräten bei denen dieses Ausstattungsmerkmal nicht aktiv waren⁸⁻¹⁰. Diese Ergebnisse sind hochinteressant, weil sie darauf hinweisen, dass Hörgeräteeinstellungen und die Signalverarbeitung der Hörgeräte den Menschen in die Lage versetzen, höhere Störgeräuschpegel zu tolerieren und so die Erfolgsrate der Hörgerägeträger verbessern. Außerdem, wenn wir die Merkmale verstehen könnten, welche die Menschen nutzen, um ihre Toleranz des Hintergrundgeräusches zu bestimmen, könnten diese Informationen zu der Erkenntnis führen, wer am wahrscheinlichsten von diesen Technologien profitiert.

Da die ANL-Anweisungen fordern, dass die Zuhörer in der Lage sind, dem Hauptsprecher zu folgen, ist es möglich, dass einige Menschen den Pegel des Hintergrundgeräusches nach dem Kriterium der Sprachverständlichkeit einstellen. Wenn dies der Fall ist, vermuten wir, dass diese Menschen wahrscheinlicher von Richtmikrofonen oder anderen Technologien zur SNR-Erhöhung profitieren, als Zuhörer, deren ANLs auf anderen Kriterien basieren.

Die ANL-Anweisungen fordern aber nicht, dass die Zuhörer den Pegel des Hintergrundgeräusches einstellen, bis ein bestimmtes Maß der Sprachverständlichkeit erreicht ist. Da die Zuhörer einfach nur gefragt werden, mit wie viel Hintergrundgeräusch sie sich abfinden wollen, während sie der Sprache folgen, könnten Sie ihre Entscheidung auf einem anderen Merkmal basieren, wie z.B. wie laut oder wie lästig das Hintergrundgeräusch ist. Wenn jemand seinen ANL nach der Lautstärke des Hintergrundgeräusches einstellt, dann könnte er eher von Hörgerätefeatures profitieren, welche die Lautstärke des Geräusches reduzieren, wie z.B. eine Geräuschreduktion.

Obwohl der Algorithmus zur Geräuschreduktion jedes Herstellers je nach Umgebung anders funktioniert, klassifiziert der Störgeräuschalgorithmus im allgemeinen das Signal als „Geräusch“, je kleiner die zeitlichen Fluktuationen in einem Signal sind und reduziert die Verstärkung des Hörgerätes. Speziell beim ANL-Test ist das Hintergrund-„Geräusch“ ein Stimmgewirr mit acht Sprechern. Bei so vielen Sprechern sind die zeitlichen Fluktuationen erheblich geringer, als diejenigen, die bei einem Einzelsprecher beobachtet werden und so kann der Geräuschalgorithmus es als Geräusch erkennen und die Verstärkung des Hörgerätes reduzieren. In realen Hörumgebungen wie z.B. in Restaurants oder Bars, gibt es viel mehr als acht Sprecher und viel höhere Nachhallwerte, als diejenigen, die in einer Schallkabine auftreten. Beide Faktoren reduzieren die zeitlichen Fluktuationen im Signal und erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass ein Geräuschalgorithmus ein „Stimmgewirr“ als Geräusch klassifiziert. Zu den anderen Faktoren, die Einfluss darauf haben, ob ein Geräuschalgorithmus aktiviert wird, zählen der Gesamtpegel der Umgebung und eine Schätzung des SNR. Wurde schließlich „Geräusch“ erkannt, bestimmen die Zeitkonstanten des Algorithmus, ob die Gesamtverstärkung des Hörgerätes verringert wird oder ob die Verstärkung nur in den Sprachpausen reduziert wird. Dieser letztere Typ der Geräuschreduktionstechnologie kann besonders für die Zuhörer nützlich sein, die ihren ANL auf der Lautstärke basieren, weil er die Lautstärke des Sprachsignals beibehält, während er die Lautstärke des „Geräusches“ in den Sprachpausen reduziert. Zuhörer, die ihre ANLs auf der Höranstrengung basieren, können auch gute Kandidaten für die Geräuschreduktionstechnologie sein, weil sich auch gezeigt hat, dass die Verringerung der Höranstrengung kognitive Ressourcen für andere Aufgaben freisetzt.¹¹

Die Bestimmung, ob das Merkmal, das dem ANL eines Zuhörers zugrunde liegt, seinen Erfolg mit den verschiedenen Hörgerätemerkmalen vorhersagen kann, ist von Interesse, weil es in der Vergangenheit sehr schwierig war vorherzusagen, wer von verschiedenen Charakteristiken profitieren könnte, da die Leistung des Zuhörers im Labor evtl. nicht gut mit dem Vorteil im täglichen Leben korreliert.¹²⁻¹⁵ Gnewikow et al.¹⁴ führten zum Beispiel eine Doppelblindstudie durch, an der 94 Hörgerägeträger teilnahmen,

denen für einen Monat die Direktionale Technologie angepasst wurde und einen Monat die omnidirektionale. Die Ergebnisse zeigten, dass die Teilnehmer in allen (Sprache in Geräusch) Tests im Labor mit den direktionalen Einstellungen signifikant besser abschnitten als mit den omnidirektionalen. Die gleichen Bewertungen für die beiden Mikrofoneinstellungen wurden aber auch in nahezu allen subjektiven Messungen des Benefit mit den Fragebögen: Profile of Hearing Aid Benefit (PHAB) und Satisfaction with Amplification in Daily Life (SADL) erreicht. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass „der selbst wahrgenommene Gewinn mit der Direktionalität entweder in der Höhe begrenzt ist oder nicht ohne Weiteres mit allgemeinen Ergebnistests zu messen ist oder beides.“¹⁴

Wenn die Merkmale, die Zuhörer für die Bestimmung ihrer ANLs verwenden, den Benefit der Hörgerätefeatures vorhersagen können, dann kann das Wissen der ANLs der Personen und die Merkmale, mit denen sie ihre ANLs bestimmt haben, für eine bessere Beratung und die individuelle Anpassung der Hörlösungen verwendet werden. Von der Kenntnis dieser Informationen könnten auch die Hörgerätehersteller profitieren, da sie ihnen die Möglichkeit gibt, vorherzusagen, wann, wo und für wen bestimmte Hörgeräte Merkmale einen Nutzen liefern könnten. Idealerweise würde dies in einem besseren First Fit, weniger Einstellungen bei der Feinanpassung und glücklicheren, zufriedeneren Hörgeräteträgern resultieren.

METHODEN

Als ersten Schritt zur Bestimmung, welche Merkmale die Zuhörer evtl. nutzen, um ihre ANLs zu wählen, verglichen wir die ANLs der einzelnen Personen mit ihren Antworten in einem individuellen Fragebogen. Der Fragebogen untersuchte den wahrgenommenen negativen Einfluss, den Hintergrundgeräusch auf die Sprachverständlichkeit hat, die Stresspegel und die Konzentrationslevel. Zusätzlich wurden die Teilnehmer befragt, wie sie ihre eigene Toleranz für Hintergrundgeräusche wahrnehmen und ob sie Situationen, die bekannt sind für hohe Störgeräuschpegel, vermeiden oder nicht. Schließlich wurden die Hörgeräteträger gebeten die Nutzung ihrer Hörgeräte, nach den von Nabelek et al.² definierten Kate-

gorien: (a) Ich trage meine Hörgeräte, wann immer ich sie benötige, (b) Ich trage meine Hörgeräte nur gelegentlich und (c) Ich trage meine Hörgeräte nicht zu beschreiben.

Die Ziele dieses Fragebogens und des ANL-Tests waren dreigeteilt. Als Erstes wollten wir herausfinden, ob die Antworten der Teilnehmer auf diese Fragen einen Einblick darin geben können, weshalb einige Leute toleranter gegenüber Hintergrundgeräuschen sind als andere. Diese Informationen könnten dabei helfen zu erklären, weshalb einige Leute erfolgreichere Hörgeräteträger sind als andere, und sie könnten dabei helfen, zukünftige ANL-Untersuchungen durchzuführen. Als Zweites wollten wir bestimmen, ob ein kurzer Fragebogen ausreichend genau ist bei der Vorhersage der individuellen ANLs, so dass er als alternative Methode für die Vorhersage des Erfolgs mit Hörgeräten verwendet werden kann. Falls dies so ist, könnte der Fragebogen den ANL-Test ersetzen, so dass kein elektronisches Equipment mehr erforderlich ist, um Testsignale zu produzieren und deren Pegel zu überprüfen. Falls der Proband, den Fragebogen vor seinem Besuch beim Hörgeräteakustiker ausfüllen muss, könnte dieser 2-3 Minuten Zeit sparen, die andernfalls für die Durchführung des ANL-Tests erforderlich wäre. Als Drittes wollten wir die Studie von Nabelek et al.² wiederholen, und ermitteln, ob die ANLs den Hörgeräteerfolg für unsere Testpopulation vorhersagen können.

Insgesamt nahmen 86 normalhörende und 53 schwerhörige Personen an dieser Studie teil. Die normalhörenden Teilnehmer waren Angestellte von Starkey, die sich freiwillig für diese Untersuchung gemeldet haben. Die schwerhörigen Versuchspersonen waren Mitglieder unserer Forschungsdatenbank; die meisten hatten einen bilateralen, milden bis moderat schweren sensorineuralen Hörverlust (Abbildung 1). 43 dieser Teilnehmer haben ihre Hörgeräte den ganzen Tag getragen. Alle hatten digitale Hörsysteme, die zwischen den Jahren 2000 und 2010 produziert wurden (mittleres Produktionsjahr = 2007). Alle Versuchspersonen unterzeichneten ein Einwilligungsfomular vor der Teilnahme.

Bei jeder Frage im Fragebogen wurden die Teilnehmer gebeten ihre Leistungsfähigkeit in einer „geräuschvollen“ Situation im Vergleich zu einer ruhigen

zu betrachten. Eine ruhige Situation wurde als Referenz ausgewählt, so dass sich die Teilnehmer auf die erhöhte Schwierigkeit der Aufgabe, verursacht durch das Hintergrundgeräusch konzentrieren würden. Die Teilnehmer wurden gebeten die geräuschvolle Situation als gleichwertig wie ein volles Restaurant oder eine Bar zu betrachten. Diese Referenz wurde ausgewählt, weil das Hintergrundgeräusch, das man in dieser Situation antrifft, voraussichtlich dem Stimmgewirr von vielen Sprechern, das beim ANL-Test verwendet wird, ziemlich ähnlich ist.

Mit den Standard-ANL-Stimuli (dem Arizona Travelogue (Cosmos, Inc.) und dem Stimmgewirr von acht Sprechern) wurde der ANL-Test für jeden Teilnehmer in einer einzigen Sitzung fünfmal durchgeführt. Der erste Durchlauf war zur Übung; die restlichen vier Durchläufe wurden gemittelt, um den ANL des Zuhörers zu erhalten. Alle Teilnehmer wurden ohne Hörgerät getestet. Jede Frage im Fragebogen verwendete eine Vier- oder Fünfpunkteskala.

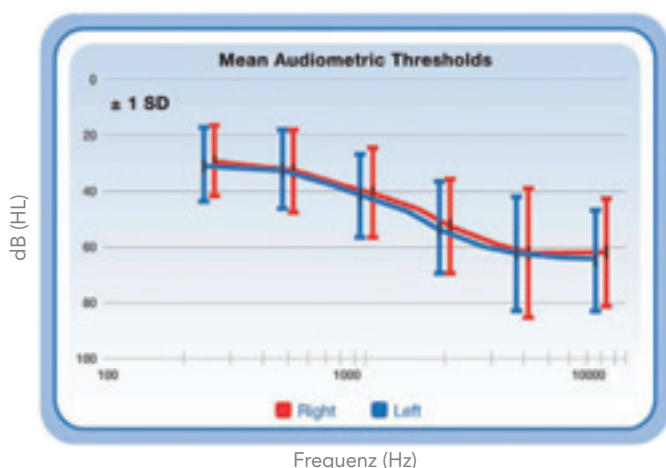


Abbildung 1. Mittlere audiometrische Schwellen ± 1 Standardabweichung (SD).

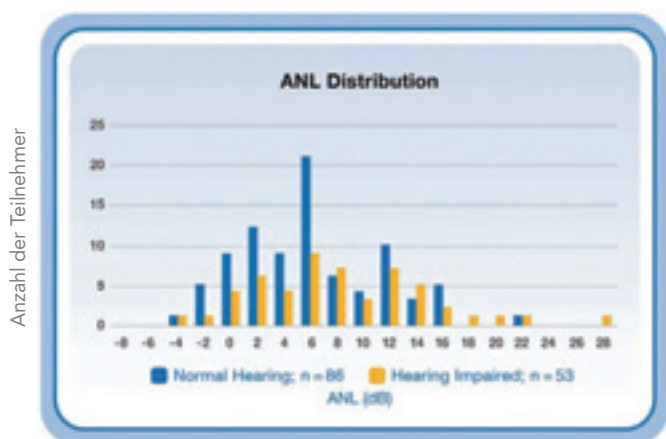


Abbildung 2. Verteilung der ANLs für normalhörende und schwerhörige Teilnehmer.

ERGEBNISSE/DISKUSSION

ANL-Verteilung

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der ANLs für die Gruppe der Normalhörenden und der Schwerhörigen. Die normalhörenden Teilnehmer hatten einen mittleren ANL von 5,1 dB mit einem Bereich von -4,4 bis 21,6 dB, und die schwerhörigen Teilnehmer hatten einen mittleren ANL von 7,3 dB, mit einem Bereich von -4,1 dB bis 27,5 dB. Ein Wicoxon-Rangsummentest zeigte, dass die ANLs der normalhörenden Gruppe im Vergleich zur schwerhörigen Gruppe signifikant geringer waren ($p < 0,05$).

Für beide Gruppen waren die mittleren ANLs geringer als die Durchschnitts-ANLs von 10-11 dB, von denen Nabelek et al.² berichtet haben. Die einzig mögliche Erklärung, die wir hierfür haben sind kulturelle Unterschiede. Eine Mehrzahl der normalhörenden Menschen, die an dieser Studie teilnahmen, arbeitete für einen Hörgerätehersteller. Viele von diesen Menschen hatten Vorerfahrungen, die dazu führten, dass sie ein spezielles Interesse an Hören oder Schall hatten (z.B. persönliche Erfahrungen mit Hörverlusten, Erfahrungen in der Teilnahme an psychoakustischen Experimenten, ein erweitertes musikalisches Training oder Erfahrungen in Tontechnik), und diese Erfahrungen können evtl. dazu geführt haben, dass sie eine andere Beziehung zu Schall haben, als eine zufällige Stichprobe der Bevölkerung. Zusätzlich haben die schwerhörigen Teilnehmer, wie vorher angemerkt, ihre Hörgeräte ganztägig getragen. Nabelek et al.² haben gezeigt, dass es eine moderate Korrelation zwischen den ANLs und der Häufigkeit der Hörgerätenutzung gibt, so dass die Tatsache, dass viele unserer Teilnehmer ihre Hörgeräte ganztägig getragen haben, evtl. unsere Ergebnisse hin zu geringeren ANLs verzerrt haben.

Kann der Erfolg mit Hörgeräten basierend auf den Antworten des Fragebogens vorhergesagt werden?

Um zu ermitteln, ob Fragen im Fragebogen verwendet werden könnten, den Erfolg mit Hörgeräten genau vorherzusagen, untersuchten wir die Antworten der 43 hörgeschädigten Teilnehmer an dieser Studie, die berichteten Hörgeräte zu besitzen. Von diesen 43 Personen würden 36 (84%) nach dem Klassifikationsschema von Nabelek et al.² als erfolgreiche

Hörgeräteträger betrachtet, was bedeutet, dass sie angaben ihre Hörgeräte zu tragen, wann immer sie sie benötigten (Frage 8). Nur 7 Personen (16%) würden als „nicht erfolgreiche“ Hörgeräteträger angesehen, was bedeutet, dass sie ihre Hörgeräte nur gelegentlich (5) oder nie (2) trugen. Aufgrund der geringen Stichprobengröße war es nicht möglich definitive Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Fähigkeit dieser Fragen den Erfolg mit Hörgeräten vorherzusagen zu ziehen. Vorläufige Daten zeigten aber, dass die mittleren Antworten der Teilnehmer zu jeder Frage in jeder der verschiedenen Hörgerätenutzergruppen ziemlich ähnlich waren, was darauf hindeutet, dass die Antworten der Teilnehmer in diesem Fragebogen wahrscheinlich nicht den Erfolg mit Hörgeräten vorhersagen können.

Sagen ANLs den Erfolg mit Hörgeräten vorher?

Nach Nabelek et al.² sind Menschen mit geringen ANLs wahrscheinlich erfolgreich mit Hörgeräten, wohingegen Menschen mit hohen ANLs wahrscheinlich mit Hörgeräten nicht erfolgreich sind. Um herauszufinden, ob derselbe Trend bei unseren Teilnehmern auftritt, verglichen wir die ANL-Gruppen der Hörgeräteträger mit ihren Antworten auf Frage 8 im Fragebogen (die sie in erfolgreiche und nicht erfolgreiche Hörgeräteträger klassifizierte). Wir fanden, dass 85% unserer Teilnehmer mit geringen ANLs (17 von 20), 83% unserer Teilnehmer mit mittleren ANLs (15 von 18) und 80% unserer Teilnehmer mit hohen ANLs (4 von 5) als erfolgreiche Hörgeräteträger zu betrachten wären. Diese Prozentzahlen sind viel höher als die 36% der Menschen, bei denen Nabelek et al.² vermuteten, dass sie erfolgreiche Hörgeräteträger wären. Zusätzlich zeigen sie nicht denselben starken Trend für einen verringerten Hörgeräteerfolg mit ansteigendem ANL-Wert. Wieder können Unterschiede zwischen unseren Ergebnissen und denen von Nabelek et al.² auf Verzerrungen bei der Art, nach der wir unsere Teilnehmer rekrutiert haben, zurückgeführt werden.

SCHLUSSFOLGERUNG

In der Vergangenheit war es sehr schwierig vorherzusagen, wer mit Hörgeräten erfolgreich sein könnte. Untersuchung von Nabelek et al.² haben Hoffnung darauf gemacht, dass der Hörgeräteerfolg mit einem einfachen Test, der den Pegel des Hin-

tergrundgeräusches untersucht, den Zuhörer bereit sind zu akzeptieren, während sie fließender Sprache zuhören, mit einem hohen Grad an Genauigkeit vorhergesagt werden kann. Der aktuelle Fragebogen wurde angewandt, um Einblick in die möglichen Merkmale zu erhalten, welche Zuhörer evtl. nutzen, um ihre ANLs zu bestimmen. Diese Merkmale könnten eine Erklärung liefern, weshalb einige Personen mit Hörgeräten erfolgreich sind, während andere dies nicht sind. Die Ergebnisse unserer Studien zeigen folgendes:

- Die Verteilung der ANLs war für unsere Teilnehmer viel geringer als das, was in der Literatur berichtet wurde.² Dies könnte darauf hindeuten, dass die meisten unserer Teilnehmer mit Hörgeräten erfolgreich sein sollten. Tatsächlich könnten 84% der Hörgeräteträger in dieser Studie basierend auf der Definition des Hörgeräteerfolgs von Nabelek et al.² als erfolgreiche Hörgeräteträger angesehen werden. Es ist möglich, dass die Auswahlmethode unserer Teilnehmer evtl. die Ergebnisse der aktuellen Studie hin zu geringeren ANLs und damit zu erfolgreicherem Hörgeräteträgern verzerrt hat.
- Für die Gruppe der Normalhörenden und der Schwerhörigen bestanden geringe, aber signifikante Korrelationen zwischen den ANL und den Antworten auf die Fragen zum Konzentrationslevel, dem wahrgenommenen Sprachverstehen und der Toleranz von Hintergrundgeräuschen. Während diese Ergebnisse darauf hindeuten, dass diese Variablen eine Rolle bei den ANL der Zuhörer spielen können, deuten die geringen Korrelationen darauf hin, dass keiner dieser Faktoren allein die ANL der Zuhörer beeinflusst.
- Die Ergebnisse des Fragebogens sagten nicht genau die ANL-Kategorie voraus, zu der eine Person gehört - noch sagten sie genau voraus, ob jemand mit Hörgeräten erfolgreich ist oder nicht.
- Für unsere Population konnten die ANL den Hörgeräteerfolg nicht vorhersagen.

Die Ergebnisse dieser Studie deuten auf mehrere Bereiche hin, in denen zusätzliche Untersuchungen notwendig sind. Als Erstes sollten die vorhandenen Untersuchungen wiederholt werden, um die Diskre-

panzen zwischen unseren Ergebnissen und denen anderer Forscher anzugehen und zu bestätigen, dass die beobachteten Unterschiede bei der ANL-Verteilung und dem Hörgeräteerfolg sich tatsächlich aus den Unterschieden in der Population ergeben und nicht aus anderen Variablen. Als Zweites sollten zukünftige Untersuchungen die Betonung auf die Bestimmung der Merkmale legen, welche die Teilnehmer bei der Auswahl ihrer ANL nutzen. Es kann speziell nützlich sein, die mögliche Rolle zu untersuchen, welche die Konzentration und die Sprach-

verständlichkeit auf die ANL haben, vorausgesetzt, dass signifikante Korrelationen zwischen diesen beiden Variablen und den ANL der Zuhörer beobachtet werden können. Schließlich sind Untersuchungen nötig, um zu bestimmen, ob die Merkmale, welche die Personen bei der Bestimmung ihrer ANL nutzen, mit dem Benefit des Benutzers mit verschiedenen Hörgerätecharakteristiken in Beziehung stehen. Die Ergebnisse dieser Studien könnten weitreichende Auswirkungen auf die Behandlung und die Rehabilitation der Hörgeschädigten haben.

LITERATUR

1. Nabelek AK, et al. Toleration of background noises: relationship with patterns of hearing aid use by elderly persons. *J Speech Hear Res* 1991;34(3):679–85.
2. Nabelek AK, et al. Acceptable noise level as a predictor of hearing aid use. *J Am Acad Audiol* 2006; 17(9):626–39.
3. Rogers DS, et al. The influence of listener's gender on the acceptance of background noise. *J Am Acad Audiol* 2003;14(7):372–82; quiz 401.
4. Freyaldenhoven MC, et al. Acceptable noise level: reliability measures and comparison to preference for background sounds. *J Am Acad Audiol* 2006;17(9):640–8.
5. Crowley HJ and Nabelek IV Estimation of client-assessed hearing aid performance based upon unaided variables. *J Speech Hear Res* 1996;39(1):19–27.
6. Nabelek AK, et al. Comparison of speech perception in background noise with acceptance of background noise in aided and unaided conditions. *J Speech Lang Hear Res* 2004;47(5): 1001–11.
7. Ahlstrom JB, et al. Spatial benefit of bilateral hearing AIDS. *Ear Hear* 2009;30(2):203–18.
8. Freyaldenhoven MC, et al. Acceptable noise level as a measure of directional hearing aid benefit. *J Am Acad Audiol* 2005;16(4):228–36.
9. Mueller HG, et al. The effects of digital noise reduction on the acceptance of background noise. *Trends Amplif* 2006;10(2):83–93.
10. Peeters H, et al. Subjective and objective evaluation of noise management algorithms. *J Am Acad Audiol* 2009;20(2):89–98.
11. Sarampalis A, et al. Objective measures of listening effort: effects of background noise and noise reduction. *J Speech Lang Hear Res* 2009;52(5):1230–40.
12. Ricketts T and Mueller HG Predicting directional hearing aid benefit for individual listeners. *J Am Acad Audiol* 2000;11(10):561–9; quiz 75.
13. Bentler RA Effectiveness of directional microphones and noise reduction schemes in hearing aids: a systematic review of the evidence. *J Am Acad Audiol* 2005;16(7):473–84.
14. Gnewikow D, et al. Real-world benefit from directional microphone hearing aids. *J Rehabil Res Dev* 2009;46(5):603–18.
15. Cord MT, et al. Relationship between laboratory measures of directional advantage and everyday success with directional microphone hearing aids. *J Am Acad Audiol* 2004;15(5):353–64. *Canadian Hearing Report* 2011;6(3):31-38

Die Autoren



Kerrie Becker,
Audiologin Starkey
Laboratories World
Headquarters



Martin F. McKinney,
PhD, DSP Ingenieur
Starkey Laboratories
World Headquarters



Brent Edwards, PhD,
Director Starkey
Forschungszentren



Besser hören, mehr vom Leben

Ein weltweites Unternehmen mit Hauptsitz
in Eden Prairie, Minnesota, USA

Starkey Laboratories, Inc.
6700 Washington Avenue S.
Eden Prairie, MN 55344
StarkeyPro.com

Starkey Laboratories (Germany) GmbH
Weg beim Jäger 218-222
22335 Hamburg
www.starkeypro.de, www.starkey.de