

Pilotmessungen für eine bevölkerungsbasierte Studie zur Erhebung des Hörstatus

Zusammenfassung

Erhebungen sind unverzichtbar, um präzise Informationen über die Hörfähigkeiten in der Allgemeinbevölkerung zu erhalten. Aufbauend auf der Studie HÖRSTAT (von Gablenz et al. 2015), die 2010–2012 im Nordwesten Deutschlands durchgeführt wurde, ist eine weitere große Hörstudie mit Erwachsenen geplant. In dieser Studie sollen etablierte Testverfahren mit vielversprechenden, aber bisher wenig genutzten Verfahren kombiniert werden, um eine alltagsnähere Beschreibung der Hörfähigkeiten zu erlangen. Das Untersuchungsprogramm wurde in einer Pilotstudie mit 10 jungen, normalhörenden Personen im Alter zwischen 18 und 25 Jahren auf seine Durchführbarkeit geprüft.

Das Untersuchungsprogramm der Pilotstudie enthielt eine Bestimmung der Tonhörschwellen für Luftleitung im klinischen Frequenzbereich (250 Hz–8 kHz) und im erweiterten Hochtonbereich (9–12,5 kHz) sowie für Knochenleitung (0,5–4 kHz). Als Screening-Test wurde der Ziffern-Tripel-Test (Digits-in-Noise Test, DIN) (van den Borre et al. 2021) sowohl seitengetreunt als auch antiphasisch durchgeführt. Für die Messungen des Sprachverstehens wurde der Göttinger Satztest (Kollmeier et al. 1997) neben der monauralen Darbietung im stationären Störschall auch binaural-antiphasisch im stationären Störschall und binaural-diotisch im fluktuierenden Störschall durchgeführt. Ergänzend wurde ein Test zur spektro-temporalen Modulation hinzugefügt. Um die Verarbeitungsgeschwindigkeit und die kristalline Intelligenz zu erfassen, wurden zwei kognitive Tests hinzugezogen. Des Weiteren wurde ein standardisierter Interview-Fragebogen mit Fragen u.a. zur Soziodemographie, Hörgesundheit und Lärmexposition sowie ein Fragebogen zum Hören in Alltagssituationen eingesetzt. Der Beitrag stellt die Ergebnisse dieser Pilotstudie vor.

Schlüsselwörter: Epidemiologie, Prävalenz, Sprachverstehen

Sophie Jäker¹

Petra von Gablenz^{1,2}

Inga Holube^{1,2}

1 Institut für Hörtechnik und Audiologie, Jade Hochschule, Oldenburg, Deutschland

2 Exzellenzcluster Hearing4All, Oldenburg, Deutschland

1 Einleitung

Epidemiologische Studien zum Hörstatus Erwachsener sind in verschiedener Hinsicht von Nutzen. Sie ermöglichen eine Abschätzung des Versorgungsbedarfs und dessen zukünftige Entwicklung, lassen alters- und geschlechtsspezifische Referenzwerte aus sozial gemischten Populationen bestimmen und können als Grundlage für normative Regelungen dienen. Die bevölkerungsbasierte Studie HÖRSTAT [1], durchgeführt in den Jahren 2010–2012, leistete zu all diesen Punkten ihren Beitrag. Hier knüpft die Studie „Alltagsrelevante Merkmale des Hörstatus Erwachsener“ (ALLSTAT) mit einem erweiterten und audiologisch vertieften Untersuchungsprogramm an. In dem vorliegenden Beitrag werden das Untersuchungsprogramm und ausgewählte Ergebnisse der ALLSTAT-Pilotstudie vorgestellt.

2 Vorhaben ALLSTAT

Ziel von ALLSTAT ist es, 2.000 Erwachsene hinsichtlich ihres Hörstatus zu untersuchen. Dabei werden sowohl Teilnehmende aus HÖRSTAT erneut eingeladen als auch neue Teilnehmende aus geschichteten Zufallsstichproben nordwestdeutscher Städte rekrutiert. Das Untersuchungsprogramm weist Schnittstellen zu anderen in Deutschland durchgeführten epidemiologischen Studien auf, insbesondere die Nationale Kohorte (NAKO, [2]).

3 Methoden

3.1 Probanden der Pilotstudie

An der Pilotstudie zu ALLSTAT nahmen zehn Probanden (fünf weiblich, fünf männlich) im Alter von 18 bis 25 Jahren (Durchschnittsalter: 23,6 Jahre) teil. Die Probanden waren alle nach DIN EN ISO 8253-3:2022 normalhörend, d.h. die Hörschwellenpegel der Probanden durften 10 dB HL im Frequenzbereich von 250 Hz bis 8 kHz i.d.R. nicht überschreiten. Bei höchstens zwei Frequenzen durfte der Hörschwellenpegel 15 dB HL betragen. Der gemittelte Tonhörverlust bei 500 Hz, 1, 2, und 4 kHz betrug 0,1 dB HL im rechten Ohr und -1,3 dB HL im linken Ohr. Die Probanden verfügten über sehr wenig bis keine Erfahrung mit Sprachtests, und Deutsch war ihre Muttersprache.

3.2 Untersuchungsprogramm

Das Untersuchungsprogramm kombiniert klinische Testverfahren mit etablierten experimentellen Verfahren. Es umfasst einen Fragebogen, ein Interview, kognitive Testverfahren, Messungen im Lebensalltag (Teilgruppe), die Tonaudiometrie auch im Hochfrequenzbereich und ein für epidemiologische Studien breites Spektrum sprachaudiometrischer Testverfahren, das eine Beurteilung des zeitlichen Auflösungsvermögens und des binauralen Hörens ermöglicht. Die Untersuchungen und Messungen sind im Einzelnen:

- Otoskopie
- Befragungen:
 - Standardisiertes Interview u.a. zu Soziodemografie, Gesundheitsstatus mit Ohrerkrankungen, Lärmexposition
 - Deutschsprachige Kurzversion des Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale (SSQ17, [3]) ergänzt um Items des Vollinventars für Vervollständigung der englischsprachigen Kurzversion (SSQ12, [4])
- Tonaudiometrie:
 - Ruhetönhörschwellen für Luftleitung im klinischen Frequenzbereich (0,25–8 kHz) und im erweiterten Hochtonbereich (9–12,5 kHz)
 - Ruhetönhörschwellen für Knochenleitung (0,5–4 kHz)
- Sprachaudiometrie mit dem Göttinger Satztest (GÖSA, [5]) mit 20 Sätzen/Liste in unterschiedlichen Konditionen:
 - Monaurale Messungen des linken und rechten Ohrs im stationären Störschall
 - Binaural-antiphaseische Messung im stationären Störschall ($S_n N_o$)
 - Binaural-diotische Messung im fluktuierenden Störschall (ICRA5-250 [6])
- Sprachaudiometrie mit dem Ziffern-Tripel-Test (Digits-in-Noise, DIN, [7]):
 - Monaurale Messungen des linken und rechten Ohrs im stationären Störschall

- Binaural-antiphaseische Messung im stationären Störschall ($S_n N_o$)
- Audible Contrast Threshold (ACT, [8]) zur Bestimmung der Detektionsschwelle für spekro-temporale Modulationen
- Kognitive Testverfahren:
 - Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest (MWT-B, [9]) als Indikator kristalliner Intelligenz
 - Trail-Making-Test (TMT-A/B, [10]) zur Erfassung der Verarbeitungsgeschwindigkeit
- Retest einer Messung (Zufallsauswahl)

Der ACT ist ein neuer Test, der bisher nur experimentell genutzte Detektionsverfahren für spekro-temporale Modulationen in die klinische Anwendung bringt. Die Studienlage lässt erwarten, dass das ACT-Messergebnis eine gute Vorhersage des Sprachverstehens im Lärm liefert, insbesondere des versorgten Sprachverstehens [8]. Die Prozedur ähnelt dem konventionellen tonaudiometrischen Verfahren. Es wird eine Folge von kurzen, nicht-modulierten Rauschabschnitten dargeboten, in die, ausgelöst durch die untersuchende Person, modulierte Rauschen als Zielsignal eingefügt werden. Im Verlauf der Messung wird die Modulationstiefe variiert, somit adaptiv die Schwelle bestimmt, an der das modulierte Zielsignal erkannt werden kann. Der Darbietungspegel ist auf den tonaudiometrischen Hörverlust angepasst, um die Hörbarkeit sicherzustellen.

Die gesamte Dauer eines Untersuchungstermins beträgt inklusive der vorhergehenden Aufklärung und Einwilligung der Studienteilnehmenden und Pausen zwischen 90 und 110 Minuten.

Eine interessierte Teilgruppe ist zu einer mehrtägigen Alltagsstudie mit Ecological Momentary Assessment (EMA) mit dem datenschutzkonformen EMA-System oMEGA [11] oder dem eigenen Smartphone eingeladen. Die Einweisung erfolgt an einem zusätzlichen Termin. Die Alltagsstudie wurde nicht in die Pilotmessungen inkludiert. Für die Pilotmessungen wurde das Untersuchungsprogramm um folgende Retest-Messungen ergänzt:

- GÖSA im stationären Störschall, binaural-antiphaseisch ($S_n N_o$)
- GÖSA im fluktuierenden Störschall (ICRA5-250), binaural-diotisch
- DIN im stationären Störschall, seitengetreunt
- DIN im stationären Störschall, binaural-antiphaseisch ($S_n N_o$)
- ACT-Test

3.3 Ausstattung

Die ton- und sprachaudiometrischen Messungen sowie der ACT-Test erfolgten mit dem mobilen Audiometer Affinity Compact, DD450-Kopfhörer von RadioEar und B71-Knochenleitungshörer. Der DIN wurde als Online-Experiment auf der Messplattform Gorilla (<https://gorilla.sc/>) mit dem Kopfhörer K240 Studio von AKG durchgeführt. Sämtliche Messungen fanden in einem ruhigen Raum der Jade Hochschule statt.

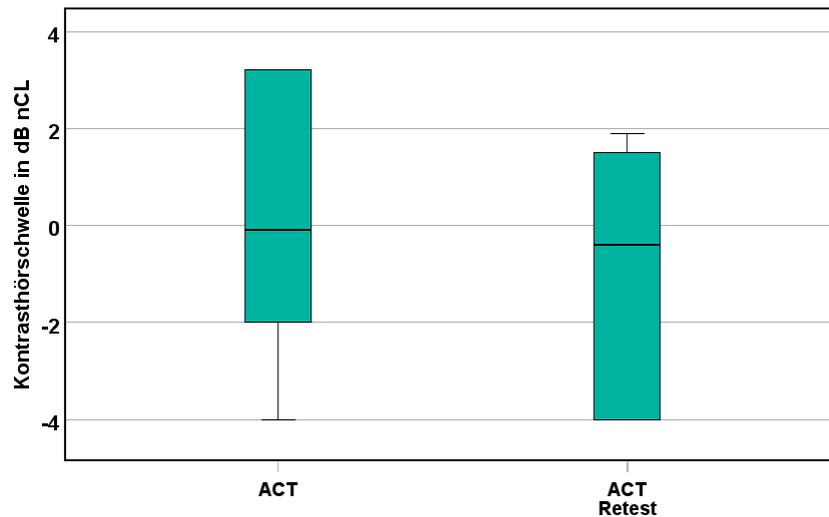


Abbildung 1: Test-Retest-Ergebnisse des Audible Contrast Threshold (ACT, [4]) Tests mit n=9 jungen, normalhörenden Erwachsenen (Ausschluss eines Probanden, für den im Test keine Schwelle ermittelt werden konnte)

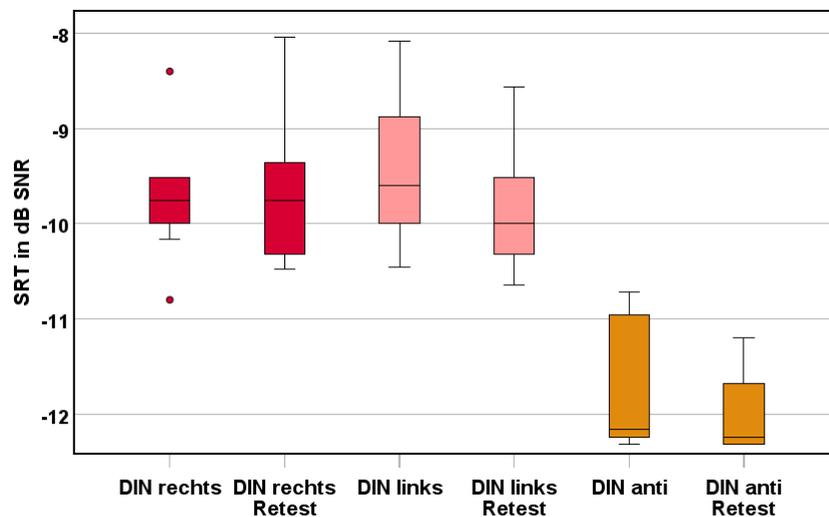


Abbildung 2: Test-Retest-Ergebnisse im DIN für monaurale Messungen im stationären Störschall getrennt für rechte und linke Ohren (rot, rosa) und die binauralen Messungen in antiphasischer Kondition (orange)

3.4 Auswertung

Die Daten der Pilotstudie wurden deskriptiv ausgewertet und deren Verteilung grafisch dargestellt. Darüber hinaus wurde der Pearsonsche Korrelationskoeffizient r für die Daten aus den Test- und Retest-Messungen errechnet. Die Auswertungen erfolgten mit IBM SPSS 29.0.

4 Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse des ACT-Tests, angegeben als normalisierte Kontrastschwelle (normalised Contrast Level, nCL). Der Wertebereich des Tests ist von -4 bis 16 dB nCL definiert. Für junge, normalhörende Erwachsene wird im Median eine normalisierte Kontrastschwelle von 0 dB nCL erwartet; positive Werte deuten auf einen Kontrastverlust [12]. In der hier vorgestellten Pilotstudie liegt der Median im Test bei $-0,1$ dB nCL und

bei $-0,4$ dB nCL im Retest. Test- und Retest-Ergebnisse korrelieren mit $r=0,898$.

In Abbildung 2 sind die Sprachverständlichkeitsschwellen (engl. Speech Recognition Threshold, SRT) in dB SNR (engl. Signal-to-Noise Ratio) im DIN für die drei unterschiedlichen Konditionen grafisch dargestellt. Die Mediane der Test-Retest-Messungen in den unterschiedlichen Konditionen sind annähernd gleich. Sie liegen bei den monauralen Messungen bei $-9,8$ dB SNR im Test und Retest der rechten Ohren bzw. bei $-9,6$ und $-10,0$ dB SNR für die linken Ohren. In der antiphasischen Kondition erzielten die Versuchspersonen mit jeweils $-12,2$ dB SNR im Test und Retest bessere SRTs als in der monauralen Kondition mit stationärem Störschall. Auffällig ist eine extrem linksschiefe Verteilung der Daten. Es handelt sich um Deckeneffekte, die auf eine zu hoch gewählte untere Grenze in der Implementierung zurückzuführen sind. Die Korrelationen liegen bei $r=0,673$ und $r=0,643$ für die rechten und linken Ohren sowie bei $r=0,721$ für die antiphasische Kondition.

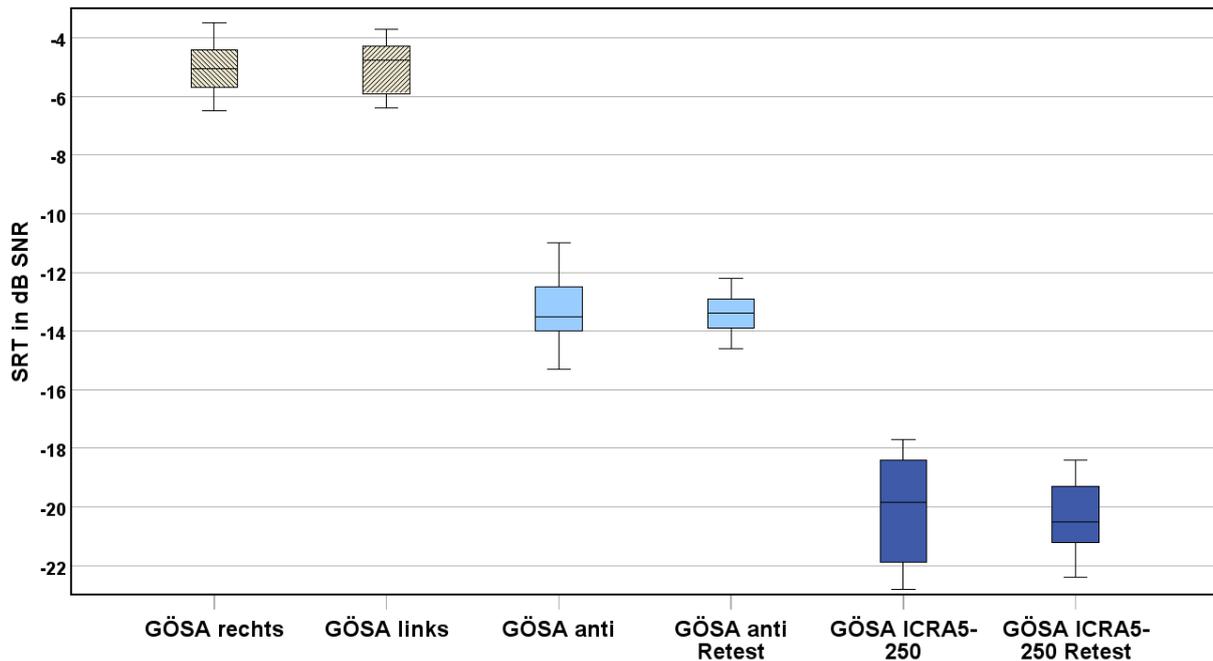


Abbildung 3: Test-Retest-Ergebnisse im GÖSA für die binauralen Messungen in antiphasischer Kondition (hellblau) und im fluktuierenden Störgeräusch ICRA5-250 (dunkelblau). Zusätzlich sind die Ergebnisse der monauralen Messungen im stationären Störgeräusch (grau) getrennt für rechte und linke Ohren aufgetragen (ohne Retest).

Abbildung 3 zeigt die Test-Retest-Ergebnisse für den GÖSA in antiphasischer Kondition (hellblau) und im fluktuierenden Störgeräusch ICRA5-250 (dunkelblau). Für den Vergleich sind zusätzlich die Ergebnisse für die monaurale Kondition im stationären Störgeräusch (grau) für das rechte und linke Ohr grafisch dargestellt. Für die monaurale Kondition wurden keine Retest-Messungen durchgeführt. Test- und Retest-Ergebnisse sind im Median annähernd gleich. Der SRT liegt im Median bei $-13,5$ dB SNR und $-13,4$ dB SNR für die antiphasische Kondition sowie bei $-19,9$ dB SNR und $-20,5$ dB SNR im fluktuierenden Störgeräusch. Die Korrelationskoeffizienten betragen $r=0,630$ für die antiphasische Kondition und $r=0,486$ für die Messung im fluktuierenden Störgeräusch. Beide binauralen Konditionen lieferten erwartungsgemäß deutlich bessere SRTs als die monaurale Kondition im stationären Störgeräusch.

5 Ausblick

Die Pilotstudie bestätigte die Machbarkeit des ALLSTAT-Untersuchungsprogramms. Der ACT-Test und der GÖSA in antiphasischer Kondition sowie im fluktuierenden Störgeräusch lieferten in der Gruppe junger, normalhörender Erwachsener insgesamt gut bis sehr gut reproduzierbare Ergebnisse. Die Daten aus Test- und Retest-Messungen lagen im Median jeweils annähernd gleich. Die Online-Implementierung der antiphasischen Kondition des DIN wurde angepasst, um die in der Pilotstudie beobachteten Deckeneffekte auszuschließen. Die Pilotstudie bestätigte ferner, dass sich die Termindauer mit 90 bis 110 Minuten inkl. administrativer Erfordernisse und Pausen in zumutbaren Grenzen hielt, sodass die Feldphase mit dem hier

dargestellten Untersuchungsprogramm voraussichtlich im Juli 2024 starten kann.

Anmerkungen

Konferenzpräsentation

Dieser Kurzbeitrag wurde bei der 26. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie präsentiert und als Abstract veröffentlicht [13].

Förderung

Die Pilotstudie wurde im Rahmen des Projekts ALLSTAT durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert (HO 4370/2-1).

Interessenkonflikte

Die Autorinnen erklären, dass sie keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Literatur

1. von Gablenz P, Holube I. Prävalenz von Schwerhörigkeit im Nordwesten Deutschlands: Ergebnisse einer epidemiologischen Untersuchung zum Hörstatus (HÖRSTAT) [Prevalence of hearing impairment in northwestern Germany. Results of an epidemiological study on hearing status (HÖRSTAT)]. HNO. 2015 Mar;63(3):195-214. DOI: 10.1007/s00106-014-2949-7

2. Wichmann HE, Kaaks R, Hoffmann W, Jöckel KH, Greiser KH, Linseisen J. Die Nationale Kohorte [The German National Cohort]. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2012 Jun;55(6-7):781-7. DOI: 10.1007/s00103-012-1499-y
3. Kießling J, Grugel L, Meister H, Meis M. Übertragung der Fragebögen SADL, ECHO und SSQ ins Deutsche und deren Evaluation. Zeitschrift für Audiologie. 2011;50(1):6-16.
4. Noble W, Jensen NS, Naylor G, Bhullar N, Akeroyd MA. A short form of the Speech, Spatial and Qualities of Hearing scale suitable for clinical use: the SSQ12. Int J Audiol. 2013 Jun;52(6):409-12. DOI: 10.3109/14992027.2013.781278
5. Kollmeier B, Wesselkamp M. Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. J Acoust Soc Am. 1997 Oct;102(4):2412-21. DOI: 10.1121/1.419624
6. Wagener KC, Brand T, Kollmeier B. The role of silent intervals for sentence intelligibility in fluctuating noise in hearing-impaired listeners. Int J Audiol. 2006 Jan;45(1):26-33. DOI: 10.1080/14992020500243851
7. Van den Borre E, Denys S, van Wieringen A, Wouters J. The digit triplet test: a scoping review. Int J Audiol. 2021 Dec;60(12):946-63. DOI: 10.1080/14992027.2021.1902579
8. Zaar J, Simonsen LB, Laugesen S. A spectro-temporal modulation test for predicting speech reception in hearing-impaired listeners with hearing aids. Hear Res. 2024 Mar 1;443:108949. DOI: 10.1016/j.heares.2024.108949
9. Lehl S. Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest: Manual mit Block MWT B. 5th ed. Balingen: Spitta Verlag; 2005.
10. Reitan RM. Trail Making Test: Manual for administration and scoring. Tucson: Reitan Neuropsychology Lab; 1992.
11. Kowalk U, Franz S, Groenewold H, Holube I, von Gablenz P, Bitzer J. olMEGA: an open source android solution for ecological momentary assessment. GMS Z Audiol (Audiol Acoust). 2020;2:Doc08. DOI: 10.3205/zaud000012
12. Laugesen S, Santurette S, editors. Audible Contrast Test. A language-independent diagnostic test to quantify real-life speech-in-noise ability and personalize help-in-noise setting in hearing aids. Whitepaper 2023. Denmark: Interacoustics; 2023.
13. Jäker S, von Gablenz P, Holube I. Pilotmessungen für eine bevölkerungsbasierte Studie zur Erhebung des Hörstatus. In: Deutsche Gesellschaft für Audiologie e.V., editor. 26. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie. Aalen, 06.-08.03.2024. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2024. Doc145. DOI: 10.3205/24dga145

Korrespondenzadresse:

Sophie Jäker
 Institut für Hörtechnik und Audiologie, Jade Hochschule,
 Zeughausstraße 73a, 26121 Oldenburg, Deutschland
 sophie.jaeker@jade-hs.de

Bitte zitieren als

Jäker S, von Gablenz P, Holube I. Pilotmessungen für eine bevölkerungsbasierte Studie zur Erhebung des Hörstatus. GMS Z Audiol (Audiol Acoust). 2024;6:Doc17. DOI: 10.3205/zaud000052, URN: urn:nbn:de:0183-zaud0000525

Artikel online frei zugänglich unter

<https://doi.org/10.3205/zaud000052>

Veröffentlicht: 30.10.2024

Copyright

©2024 Jäker et al. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel und steht unter den Lizenzbedingungen der Creative Commons Attribution 4.0 License (Namensnennung). Lizenz-Angaben siehe <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Pilot measurements for a population-based study to assess hearing status

Abstract

Surveys are crucial for obtaining precise information about hearing abilities in the general population. Building on the HÖRSTAT study (von Gablenz et al. 2015), which was conducted in 2010–2012 in northwest Germany, another large hearing study with adults is being planned. This study aims to combine established test procedures with promising yet less used procedures to provide a more accurate description of hearing abilities more representative of everyday life. The feasibility of the study program was tested in a pilot study with 10 young people, aged between 18 and 25 years, and with normal hearing.

The measurements of the pilot study included a determination of the pure-tone hearing thresholds for air conduction in the clinical frequency range (250 Hz–8 kHz) and in the high-frequency range (9–12.5 kHz) as well as for bone conduction (0.5–4 kHz). As a screening test, the digits-in-noise test (DIN) (van den Borre et al. 2021) was performed both side-separated and antiphasically. For the measurements of speech recognition, the Göttingen sentence test (Kollmeier et al. 1997) was carried out with monaural presentation in stationary noise, binaural-antiphasic in stationary noise, and binaural-diotic in fluctuating noise. In addition, a test for spectro-temporal modulation was added. Two cognitive tests were used to assess processing speed and crystallized intelligence. Furthermore, a standardized interview questionnaire with questions on sociodemographics, hearing health and noise exposure as well as a questionnaire on hearing in everyday situations was used. This contribution presents the results of the pilot study.

Keywords: epidemiology, prevalence, speech recognition

Sophie Jäker¹

Petra von Gablenz^{1,2}

Inga Holube^{1,2}

1 Institute of Hearing Technology and Audiology, Jade University of Applied Sciences, Oldenburg, Germany

2 Cluster of Excellence Hearing4All, Oldenburg, Germany

1 Introduction

Epidemiological studies on the hearing status of adults are useful in various ways. They enable an assessment of the need for care and its future development, allow age- and gender-specific reference values to be determined from socially mixed populations and can serve as a basis for normative regulations. The population-based study HÖRSTAT [1], conducted in 2010–2012, contributed to all of these areas. The study “Alltagsrelevante Merkmale des Hörstatus Erwachsener (Features of adults’ hearing status relevant in everyday life)” (ALLSTAT) builds on HÖRSTAT with an extended and audiological in-depth examination program. This contribution presents the study program and selected results of the ALLSTAT pilot study.

2 ALLSTAT project

The aim of ALLSTAT is to collect data of 2,000 adults with regard to their hearing status. Participants from HÖRSTAT will be invited again and new participants will be recruited from stratified random samples of north-western German cities. The study program has interfaces with other epidemiological studies conducted in Germany, in particular the National Cohort (NAKO, [2]).

3 Methods

3.1 Participants in the pilot study

Ten participants (five female, five male) aged 18 to 25 years (average age: 23.6 years) took part in the ALLSTAT pilot study. All participants had normal hearing according to ISO 8253-3:2022, i.e., their hearing threshold levels at the frequencies 250 Hz to 8 kHz were generally not allowed to exceed 10 dB HL. However, there was a limitation for no more than two frequencies, where

the hearing threshold level could be as high as 15 dB HL. The pure-tone average at 500 Hz, 1, 2, and 4 kHz was 0.1 dB HL in the right ear and -1.3 dB HL in the left ear. The participants had very little to no experience with speech tests, and German was their native language.

3.2 Study program

The study program combines clinical test procedures with established experimental procedures. It includes a questionnaire, an interview, cognitive test procedures, measurements in everyday life (subgroup), pure-tone audiometry also in the high-frequency range and a broad spectrum of speech-audiometric test procedures compared to other epidemiological studies, which enables an assessment of temporal resolution and binaural hearing. The examinations and measurements are as follows:

- Otoscopy
- Surveys:
 - Standardized interview on sociodemographics, health status with ear diseases, noise exposure, etc.
 - German short version of the Speech, Spatial, and Qualities of Hearing Scale (SSQ17, [3]) supplemented by items from the full questionnaire to complete the English-language short version (SSQ12, [4])
- Pure-tone audiometry:
 - Hearing threshold levels for air conduction in the clinical frequency range (0.25–8 kHz) and in the high-frequency range (9–12.5 kHz)
 - Hearing threshold levels for bone conduction (0.5–4 kHz)
- Speech audiometry with the Göttingen sentence test (GÖSA, [5]) with 20 sentences/list in different conditions:
 - Monaural measurements of the left and right ear in stationary noise
 - Binaural-antiphase measurement in stationary noise ($S_n N_0$)
 - Binaural-diotic measurement in fluctuating noise (ICRA5-250 [6])
- Speech audiometry with the Digits-in-Noise test (DIN, [7]):
 - Monaural measurements of the left and right ear in stationary noise
 - Binaural-antiphase measurement in stationary noise ($S_n N_0$)
- Audible Contrast Threshold (ACT, [8]) for determining the detection threshold for spectro-temporal modulations
- Cognitive test procedures:
 - Multiple choice vocabulary intelligence test (Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest, MWT-B, [9]) as an indicator of crystallized intelligence
 - Trail making test (TMT-A/B, [10]) to measure the processing speed
- Retest for one test method (random selection)

The ACT is a new test that brings experimentally used detection methods for spectro-temporal modulations into clinical application. Studies suggest that the ACT measurement result provides a good prediction of speech recognition in noise, in particular of the speech recognition when using hearing aids [8]. The procedure is similar to the conventional method for pure-tone audiometry. A sequence of short, non-modulated noise segments are presented, into which modulated noise is inserted as a target signal, triggered by the examiner. The degree of modulation is varied in the course of the measurement, thus adaptively determining the threshold at which the modulated target signal can be recognized. The presentation level is adjusted to the pure-tone hearing loss to ensure audibility.

The total duration of a measurement session, including the prior information and consent of the study participants and breaks, is between 90 and 110 minutes.

An interested subgroup is invited to an everyday study lasting several days with Ecological Momentary Assessment (EMA) using the data-protection-compliant EMA system oMEGA [11] or their own smartphone. The briefing takes place in an additional session. The everyday study was not included in the pilot measurements.

The following retest measurements were added to the test program for the pilot measurements:

- GÖSA in stationary noise, binaural-antiphase ($S_n N_0$)
- GÖSA in fluctuating noise (ICRA5-250), binaural-diotic
- DIN in stationary noise, monaural
- DIN in stationary noise, binaural-antiphase ($S_n N_0$)
- ACT test

3.3 Equipment

The pure-tone and speech audiometric measurements and the ACT test were carried out using the Affinity Compact mobile audiometer, DD450 headphones from RadioEar, and B71 bone-conduction headphones. The DIN was carried out as an online experiment on the Gorilla measurement platform (<https://gorilla.sc/>) using the K240 Studio headphones from AKG. All measurements took place in a quiet room at Jade University of Applied Sciences.

3.4 Evaluation

The data from the pilot study were analyzed descriptively and its distribution was displayed graphically. In addition, Pearson's correlation coefficient r was calculated for the data from the test and retest measurements. The analyses were carried out using IBM SPSS 29.0.

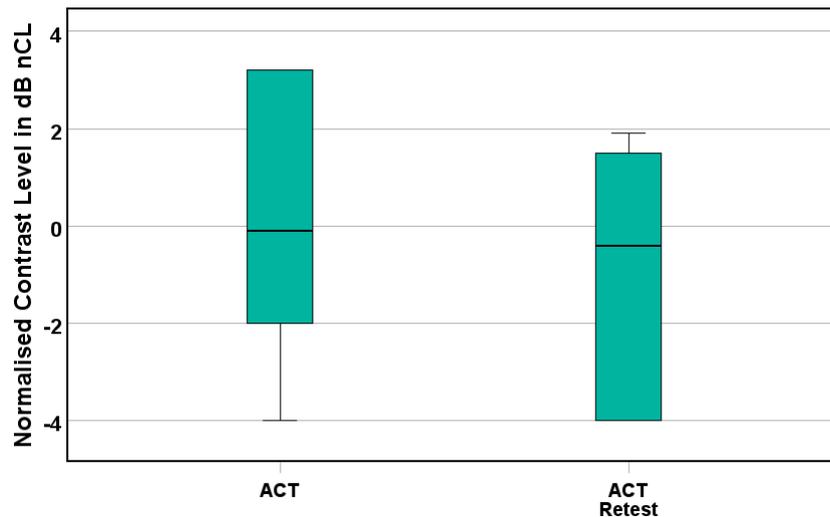


Figure 1: Test-retest results of the Audible Contrast Threshold (ACT, [4]) test with n=9 young, normal-hearing adults (exclusion of one participant for whom no threshold could be determined in the test)

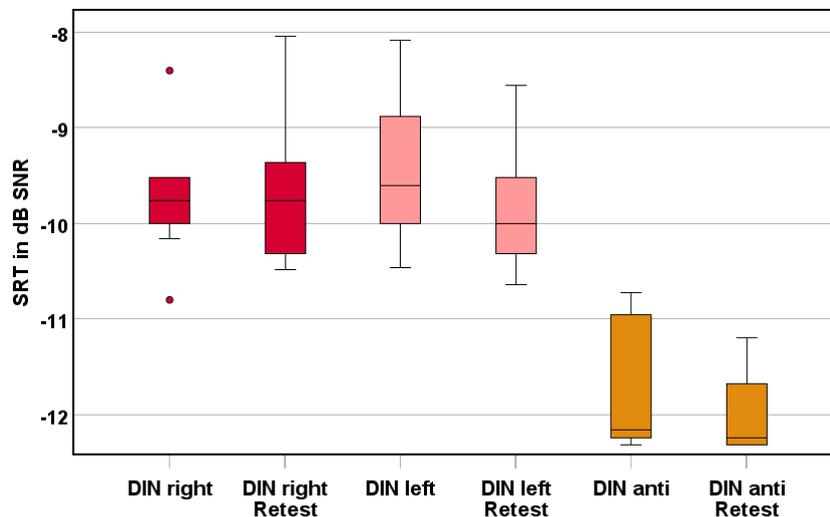


Figure 2: Test-retest results in DIN for monaural measurements in stationary noise separately for right and left ears (red, pink) and the binaural measurements in antiphase condition (orange)

4 Results

Figure 1 shows the results of the ACT test, expressed as normalized contrast level (nCL). The value range of the test is defined from -4 to 16 dB nCL. For young, normal-hearing adults, a median normalized contrast level of 0 dB nCL is expected; positive values indicate a loss of contrast [12]. In the pilot study presented here, the median in the test is -0.1 dB nCL and -0.4 dB nCL in the retest. Test and retest results correlate with $r=0.898$. Figure 2 shows the speech recognition thresholds (SRT) in dB SNR (signal-to-noise ratio) with DIN for the three different conditions. The medians of the test-retest measurements in the different conditions are approximately the same. They are -9.8 dB SNR for the monaural measurements in the test and retest of the right ears and -9.6 and -10.0 dB SNR for the left ears. In the antiphase condition, the participants achieved better SRTs than in the monaural condition with stationary noise, with -12.2 dB SNR in both the test and retest. An extremely

left-skewed distribution of the data is striking. These are ceiling effects that can be attributed to a lower limit that was set too high in the implementation. The correlations are $r=0.673$ and $r=0.643$ for the right and left ears and $r=0.721$ for the antiphase condition.

Figure 3 shows the test-retest results for the GÖSA in the antiphase condition (light blue) and in the fluctuating noise ICRA5-250 (dark blue). For comparison, the results for the monaural condition in stationary noise (gray) are also shown graphically for the right and left ear. No retest measurements were carried out for the monaural condition. The median test and retest results are approximately the same. The median SRT is -13.5 dB SNR and -13.4 dB SNR for the antiphase condition and -19.9 dB SNR and -20.5 dB SNR for the fluctuating noise condition. The correlation coefficients are $r=0.630$ for the antiphase condition and $r=0.486$ for the measurement in fluctuating noise. As expected, both binaural conditions delivered significantly better SRTs than the monaural condition in stationary noise.

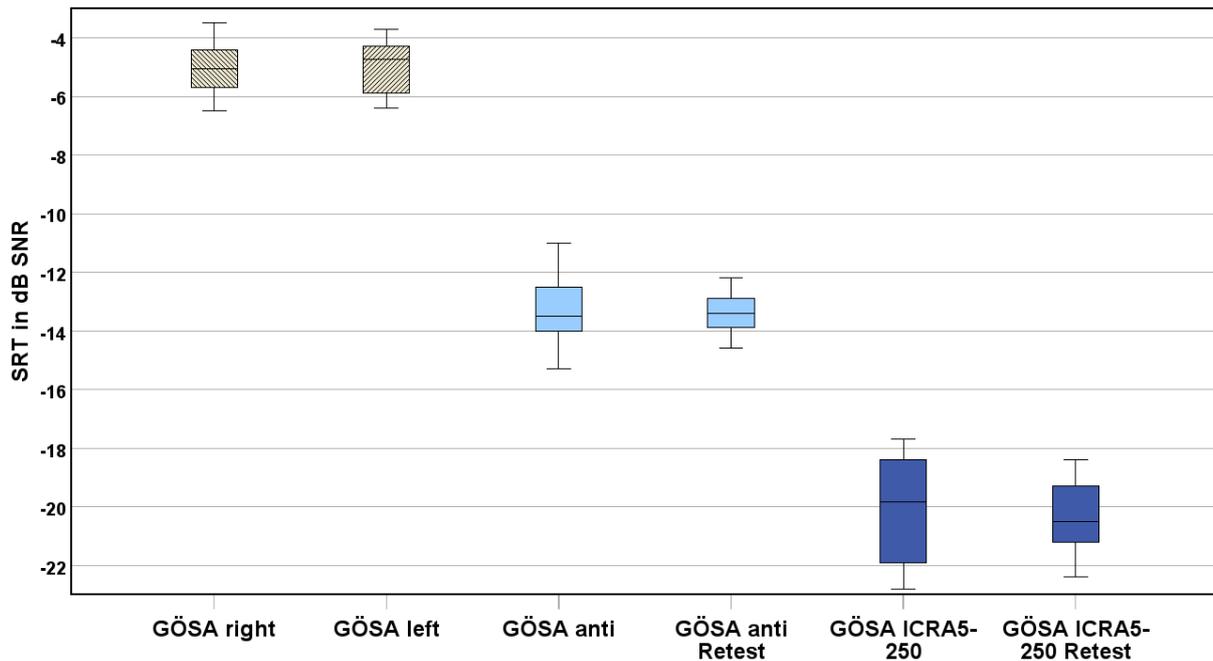


Figure 3: Test-retest results with GÖSA for the binaural measurements in antiphase condition (light blue) and in fluctuating noise ICRA5-250 (dark blue). In addition, the results of the monaural measurements in stationary noise (gray) are plotted separately for right and left ears (without retest).

5 Outlook

The pilot study confirmed the feasibility of the ALLSTAT study program. The ACT test and the GÖSA in the antiphase condition and in fluctuating noise provided results with good to very good reliability overall in the group of young, normal-hearing adults. The median data from the test and retest measurements were approximately the same in each case. The online implementation of the DIN antiphase condition was adjusted to exclude the ceiling effects observed in the pilot study. The pilot study also confirmed that the duration of the sessions with 90 to 110 minutes, including administrative requirements and breaks, was within reasonable limits, so that the field phase is expected to get started in July 2024 with the examination program presented here.

Notes

Conference presentation

This contribution was presented at the 26th Annual Conference of the German Society of Audiology and published as an abstract [13].

Funding

The pilot study was funded by the German Research Foundation as part of the ALLSTAT project (HO 4370/2-1).

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

1. von Gablenz P, Holube I. Prävalenz von Schwerhörigkeit im Nordwesten Deutschlands: Ergebnisse einer epidemiologischen Untersuchung zum Hörstatus (HÖRSTAT) [Prevalence of hearing impairment in northwestern Germany. Results of an epidemiological study on hearing status (HÖRSTAT)]. *HNO*. 2015 Mar;63(3):195-214. DOI: 10.1007/s00106-014-2949-7
2. Wichmann HE, Kaaks R, Hoffmann W, Jöckel KH, Greiser KH, Linseisen J. Die Nationale Kohorte [The German National Cohort]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2012 Jun;55(6-7):781-7. DOI: 10.1007/s00103-012-1499-y
3. Kießling J, Grugel L, Meister H, Meis M. Übertragung der Fragebögen SADL, ECHO und SSQ ins Deutsche und deren Evaluation. *Zeitschrift für Audiologie*. 2011;50(1):6-16.
4. Noble W, Jensen NS, Naylor G, Bhullar N, Akeroyd MA. A short form of the Speech, Spatial and Qualities of Hearing scale suitable for clinical use: the SSQ12. *Int J Audiol*. 2013 Jun;52(6):409-12. DOI: 10.3109/14992027.2013.781278
5. Kollmeier B, Wesselkamp M. Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. *J Acoust Soc Am*. 1997 Oct;102(4):2412-21. DOI: 10.1121/1.419624
6. Wagener KC, Brand T, Kollmeier B. The role of silent intervals for sentence intelligibility in fluctuating noise in hearing-impaired listeners. *Int J Audiol*. 2006 Jan;45(1):26-33. DOI: 10.1080/14992020500243851
7. Van den Borre E, Denys S, van Wieringen A, Wouters J. The digit triplet test: a scoping review. *Int J Audiol*. 2021 Dec;60(12):946-63. DOI: 10.1080/14992027.2021.1902579

8. Zaar J, Simonsen LB, Laugesen S. A spectro-temporal modulation test for predicting speech reception in hearing-impaired listeners with hearing aids. *Hear Res.* 2024 Mar 1;443:108949. DOI: 10.1016/j.heares.2024.108949
9. Lehrl S. Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest: Manual mit Block MWT B. 5th ed. Balingen: Spitta Verlag; 2005.
10. Reitan RM. Trail Making Test: Manual for administration and scoring. Tucson: Reitan Neuropsychology Lab; 1992.
11. Kowalk U, Franz S, Groenewold H, Holube I, von Gablenz P, Bitzer J. olMEGA: an open source android solution for ecological momentary assessment. *GMS Z Audiol (Audiol Acoust)*. 2020;2:Doc08. DOI: 10.3205/zaud000012
12. Laugesen S, Santurette S, editors. Audible Contrast Test. A language-independent diagnostic test to quantify real-life speech-in-noise ability and personalize help-in-noise setting in hearing aids. Whitepaper 2023. Denmark: Interacoustics; 2023.
13. Jäger S, von Gablenz P, Holube I. Pilotmessungen für eine bevölkerungsbasierte Studie zur Erhebung des Hörstatus. In: Deutsche Gesellschaft für Audiologie e.V., editor. 26. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie. Aalen, 06.-08.03.2024. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2024. Doc145. DOI: 10.3205/24dga145

Corresponding author:

Sophie Jäger
Institute of Hearing Technology and Audiology, Jade
University of Applied Sciences, Zeughausstraße 73a,
26121 Oldenburg, Germany
sophie.jaeger@jade-hs.de

Please cite as

Jäger S, von Gablenz P, Holube I. Pilotmessungen für eine bevölkerungsbasierte Studie zur Erhebung des Hörstatus. *GMS Z Audiol (Audiol Acoust)*. 2024;6:Doc17. DOI: 10.3205/zaud000052, URN: urn:nbn:de:0183-zaud0000525

This article is freely available from

<https://doi.org/10.3205/zaud000052>

Published: 2024-10-30

Copyright

©2024 Jäger et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.