

## Tonhörschwellen: Was ist heute, was ist morgen normal?

Petra von Gablenz<sup>1</sup>, Inga Holube<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jade Hochschule, Institut für Hörtechnik und Audiologie, 26121 Oldenburg, [petra.vongablenz@jade-hs.de](mailto:petra.vongablenz@jade-hs.de)

<sup>2</sup> Jade Hochschule, Institut für Hörtechnik und Audiologie, 26121 Oldenburg, [inga.holube@jade-hs.de](mailto:inga.holube@jade-hs.de)

### Einleitung

Internationale Normen sind notwendige Referenzrahmen. Sie werden in mehrjähriger internationaler Kooperation erarbeitet und überarbeitet. Das Hörvermögen von Erwachsenen betreffend sind derzeit zwei zentrale Normen in der Revision: ISO 7029 beschreibt die altersabhängigen Tonhörschwellen von otologisch unauffälligen Erwachsenen, die keinem übermäßigen Lärm ausgesetzt waren [1]. ISO 1999 schätzt den Einfluss von Lärmexposition auf das Tonhörvermögen [2]. Für beide Normen zeichnen sich Änderungen zu den gültigen Versionen ab.

Mit der Studie HÖRSTAT wurden in den Jahren 2010-2012 im Nordwesten Deutschlands 1903 Erwachsene zwischen 18 und 97 Jahren audiometrisch untersucht [3]. Im Folgenden werden Ergebnisse aus dieser Studie mit den oben genannten Normen und internationalen Untersuchungen verglichen.

### Methoden

Eingeschlossen sind die Untersuchungsdaten von 1087 Probanden (623 Frauen, 464 Männer) im Alter von 45 bis 84 Jahren mit beidseitig vollständigen Hörschwellendaten bei 10 Prüffrequenzen zwischen 250 Hz und 8 kHz. Die Audiometrie wurde nach ISO 8253-1 im verkürzten Verfahren mit aufsteigenden Pegeln und einer Schrittweite von 5 dB durchgeführt. Die Messungen fanden mit Audiometern von Auritec (ear2.0) und Kopfhörern von Sennheiser (HDA 200) in ruhigen Räumen unter Kontrolle der akustischen Bedingungen statt [4]. Für die Verteilungsschätzung wurden die Hörschwellen-Messwerte als Gruppenmittelpunkte betrachtet [5]. Die mit dieser Methode ermittelten Perzentile liegen rd. 2,5 dB über den aus der kumulativen Verteilungsfunktion bestimmten Werten. Die Lagewerte werden getrennt nach Geschlecht in Altersgruppen quer zum Dekadenwechsel berichtet (z.B. 45 bis 54 Jahre: 50 Jahre). Für die statistische Auswertung wurde SPSS IBM 21.0 genutzt.

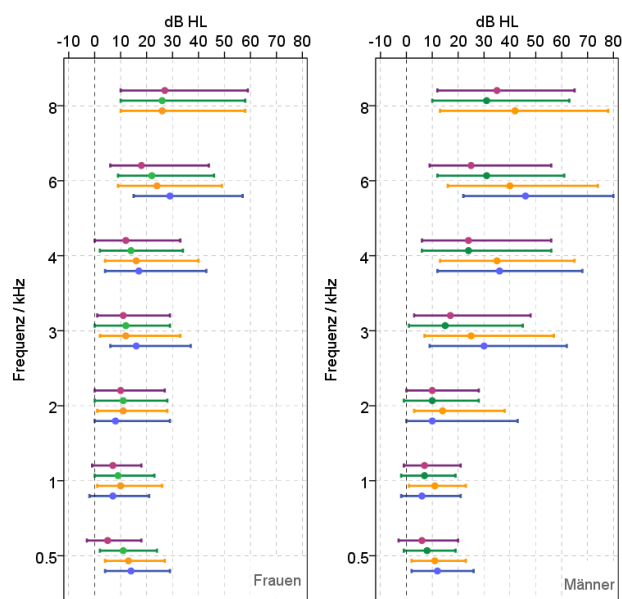
Die ungescreenten HÖRSTAT-Ergebnisse wurden mit norwegischen [6] und US-amerikanischen Studienergebnissen [7] verglichen, die in die Datenbasis zur Revision von ISO 1999 eingehen. Daten von Probanden mit Lärmbelastung wurden in der norwegischen Studie von der Auswertung ausgeschlossen. Die US-amerikanischen Ergebnisse beziehen sich auf ein ungescreentes Sample. Aus Gründen der Kompatibilität wurde für den Vergleich der Messergebnisse das bessere Ohr pro Frequenz verwendet.

Für einen Vergleich mit ISO 7029 wurden retrospektiv folgende Ausschlusskriterien festgelegt: massiver Berufs- oder Freizeitlärm, häufig wiederkehrende Mittelohr-

entzündungen, asymmetrische Hörschwellen, Ohrerkrankungen, schlechter allgemeiner Gesundheitszustand. Familiäre Schwerhörigkeit und ototoxische Wirkstoffe wurden mangels standardisierter Angaben nicht berücksichtigt. Die Anwendung dieser Ausschlusskriterien reduziert die Probandengruppe um 57% auf 312 Frauen und 160 Männer. Der Screening-Effekt wird als Differenz der Mediane, die für diesen Vergleich auf dem Mittelwert der Hörschwellen beider Ohren basieren, berichtet.

### Ergebnisse

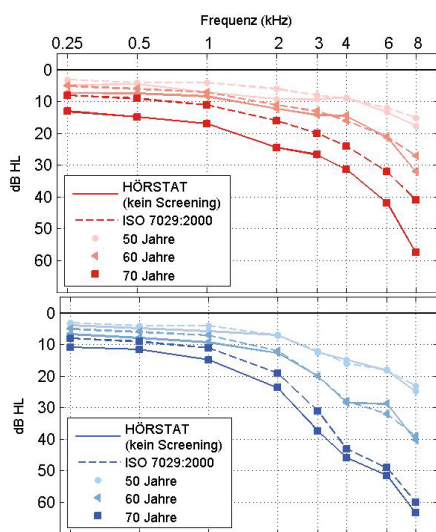
Abbildung 1 zeigt die Verteilung der Hörschwellen in den oben genannten Feldstudien und nach ISO 1999 beispielhaft an der Altersgruppe der 55- bis 64-jährigen Frauen und Männer. Die Feldstudien und ISO 1999 berichten für alle Altersgruppen beider Geschlechter weitgehend übereinstimmende, mit höherem Alter und in höheren Frequenzen zunehmende Varianzen. Bei den Prüffrequenzen 1 und 2 kHz unterscheiden sich die Mediane beider Datenquellen und ISO 1999 in allen betrachteten Gruppen um maximal 5 dB HL. Im Frequenzbereich oberhalb von 2 kHz sind dagegen vergleichsweise große Unterschiede zu beobachten, die bei Männern deutlich stärker als bei Frauen ausgeprägt sind.



**Abbildung 1:** Perzentile  $P_{10}$ ,  $P_{50}$  (● Median) und  $P_{90}$  der Hörschwellen (besseres Ohr pro Frequenz) für Frauen (links) und Männer (rechts) im Alter von 55-64 Jahren nach ● ISO 1999:1990, ● USA 1999-2004, ● Norwegen 1995-1997, ● HÖRSTAT 2010-2012.

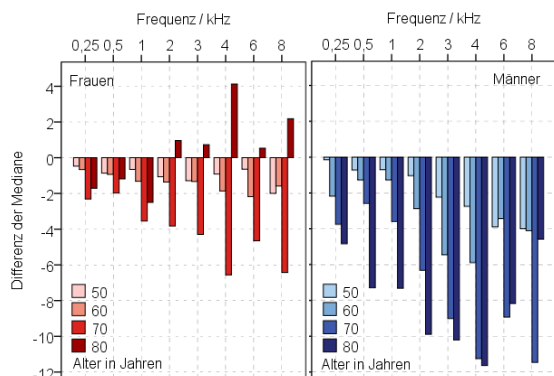
Die Studien ermittelten im höheren Frequenzbereich meist leicht bessere mittlere Hörschwellen als nach der derzeit

gültigen Norm zu erwarten war. Auffällig ist, dass die Tonhörschwellen der ungescreenten HÖRSTAT-Kohorte in allen Gruppen niedrig liegen, und z.T. sogar besser als in der auf Lärm gescreenten norwegischen Studiengruppe sind. Wie Abbildung 2 zeigt, weichen die Mediane in der ungescreenten HÖRSTAT-Gruppe bis zu einem Alter von 60 Jahren bei Frauen bzw. 70 Jahren bei Männern nur gering von den mittleren Hörschwellen ab, die in ISO 7029:2000 für otologisch normale Personen beschrieben sind.



**Abbildung 2:** Mediane der Hörschwellen (Mittelwert beider Ohren) ohne Screening im Vergleich mit ISO 7029:2000 für otologisch normale Frauen (oben) und Männer (unten).

Bei dem retrospektiven Screening der HÖRSTAT-Daten ist abhängig von Alter und Geschlecht eine Verbesserung der Mediane zu beobachten. Abbildung 3 zeigt, um wie viel die Hörschwellen-Mediane abnehmen, wenn sämtliche oben genannten Ausschlusskriterien angewendet werden. Bis zu einem Alter von 50 Jahren bewirkt das Screening nur eine geringe Verbesserung, die in den meisten Frequenzen weniger als 5 dB beträgt. Bei über 50-Jährigen hingegen wird eine Verbesserung um bis zu 12 dB erreicht. Insgesamt wirkt sich das Screening bei Männern deutlich stärker auf die Lage der Mediane aus als bei Frauen. Wird bei 70- und 80-jährigen Männern ein Screening-Effekt von rd. 10 dB erreicht, liegt er bei Frauen gleichen Alters meist unter 5 dB oder kehrt sich, wie in der Gruppe der 80-Jährigen, sogar um. Gleichfalls unterschiedlich ist die Wirkungsstärke der einzelnen Screening-Kriterien in den Geschlechtsgruppen.



**Abbildung 3:** Screening-Effekte dargestellt als Verbesserung der Mediane (Mittelwert der Hörschwellen beider Ohren) bei Frauen (links) und Männern (rechts) verschiedener Altersgruppen.

Das Lärmscreening, das bei Männern ab einem Alter von 55 Jahren eine Verbesserung der Mediane von 2 kHz bis 4 kHz um durchschnittlich 3 dB erzielt, bleibt bei Frauen nahezu wirkungslos. Als stärkstes einzelnes Screening-Kriterium bei Frauen erwiesen sich Ohrerkrankungen, mit dem eine Medianverbesserung um durchschnittlich 1 dB erzielt wird.

## Zusammenfassung

Die Verteilung der Hörschwellen in der ungescreenten Studiengruppe von HÖRSTAT zeigt insbesondere im Frequenzbereich oberhalb von 3 kHz geringere Hörverluste als nach ISO 1999 zu erwarten war. Die Mediane sind gleich oder niedriger als in den beiden Vergleichsstudien, die im Zuge der Überarbeitung neu in den Annex B von ISO 1999 aufgenommen werden. Die Mediane der ungescreenten HÖRSTAT-Kohorte liegen bei beiden Geschlechtern bis zu einem Alter von 60 Jahren in Bereichen, die nach ISO 7029 für hoch gescreente Kohorten beschrieben sind, und dies, obwohl die Perzentile der Normen methodisch bedingt rd. 2,5 dB ‚besser‘ geschätzt werden. Wird der bei höheren Frequenzen und mit dem Alter zunehmende Screening-Effekt berücksichtigt, liegen die Mediane bei Männern z.T. deutlich besser als in ISO 7029 beschrieben. Dieses Ergebnis bestätigt eine Veränderung, die sich im Revisionsprozess der Norm unter Einbeziehung neuerer, internationaler Studienergebnisse gegenwärtig abzeichnet.

## Literatur

- [1] ISO 7029:2000. Acoustics – Statistical distribution of hearing thresholds as a function of age.
- [2] ISO 1999:1990. Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment.
- [3] Holube I, von Gablenz P (2013) Wie schlecht hört Deutschland im Alter? 16. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie 2013, Tagungs-CD, ISBN 978-3-9813141-3-7.
- [4] Nüsse T, von Gablenz P, Holube I (2014) Messunsicherheit der Tonaudiometrie in der Studie HÖRSTAT: Einfluss von akustischen Messbedingungen und Okklusion. Zeitschrift für Audiologie 53(1): 6-14.
- [5] Dobie RA (2006) Methodological issues when comparing hearing thresholds of a group with population standards: the case of the ferry engineers. Ear Hear 27(5): 526-537.
- [6] Engdahl B, Tambs K, Borchgrevink HM, Hoffman HJ (2005) Screened and unscreened hearing threshold levels for the adult population: Results from the Nord-Trøndelag Hearing Loss Study. Int J Audiol 44(4): 213-230.
- [7] Hoffman HJ, Dobie RA, Ko, CW, Themann CL, Murphy WJ (2010). Americans hear as well or better today compared with 40 years ago: hearing threshold levels in the unscreened adult population of the United States, 1959–1962 and 1999–2004. Ear Hear 31(6): 725-734.