

# Messung von otoakustischen Emissionen zur Früherkennung eines lärmbedingten Gehörschadens

A. Ernst, D. Basta

**Forschung  
Projekt F 5164**

**Forschung  
Projekt F 5164**

A. Ernst  
D. Basta

**Messung von otoakustischen  
Emissionen zur Früherkennung  
eines lärmbedingten Gehörschadens**

Dortmund/Berlin/Dresden 2006

Diese Veröffentlichung ist der Abschlussbericht zum Projekt „Messung von otoakustischen Emissionen zur Früherkennung eines lärmbedingten Gehörschadens“ – Projekt F 5164 – im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren: Prof. Dr. med. Arne Ernst  
Dr. rer. nat. Dietmar Basta  
HNO-Klinik im Unfallkrankenhaus Berlin  
Warener Str. 7, 12683 Berlin  
Telefon: 030 5681 4300  
Telefax: 030 5681 4303  
E-Mail: [arneborge@ukb.de](mailto:arneborge@ukb.de)

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund  
Telefon: 0231 9071-0  
Telefax: 0231 9071-2454  
E-Mail: [poststelle@baua.bund.de](mailto:poststelle@baua.bund.de)  
Internet: [www.baua.de](http://www.baua.de)

Berlin:  
Nöldnerstr. 40-42, 10317 Berlin  
Telefon: 030 51548-0  
Telefax: 030 51548-4170

Dresden:  
Proschhübelstr. 8, 01099 Dresden  
Telefon: 0351 5639-50  
Telefax: 0351 5639-5210

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
Kurzreferat	4
Abstract	6
Résumé	7
1. Einleitung	9
2. Methodik	12
2.1. Probandenauswahl	12
2.2. Messung der Ruhehörschwelle, Reintonaudiometrie und Impedanzaudiometrie	13
2.3. Ableitung otoakustischer Emissionen (OAE) und Vorversuche	13
2.4. Ermittlung des vulnerablen Innenohres	27
2.5. Erfassung der Lärmparameter	29
2.6. Statistische Auswertung	29
3. Ergebnisse	31
3.1. Erhebung der Messdaten und Datenaufarbeitung	31
3.2. Einfluss des Geschlechts der Probanden auf die Messparameter	33
3.3. Resultate der Regressionsanalysen	33
3.4. Resultate der Korrelationsanalysen	36
3.5. Einfluss der Lärmbelastung auf die einzelnen ermittelten audiometrischen Parameter	37
3.5.1. Ergebnisse der Untersuchungen bei geschlechts- getrennter Betrachtung	37
3.5.2. Ergebnisse der Untersuchungen bei nicht geschlechts- getrennter Betrachtung	38
3.6. Resultate der Diskriminanzanalysen	38
3.7. Resultate der Mittelwertvergleiche	38
3.8. Ergebnisse der Zusatzuntersuchungen zur Ermittlung der Häufigkeit des Auftretens eines vulnerablen Innenohres	39
4. Diskussion	40
5. Literatur	49
Verwendete Abkürzungen	53
Anhang	54

# Messung von otoakustischen Emissionen zur Früherkennung eines lärmbedingten Gehörschadens

## Kurzreferat

Es war das Ziel des vorliegenden Projektes, mit Hilfe der Ableitung von otoakustischen Emissionen (OAE, d.h. TEOAE/DPOAE) die konventionell bestimmte Ruhehörschwelle (Reintonaudiogramm – RTA) für normalhörende Personen und Personen mit Hörstörungen von der Art einer lärmbedingten Innenohrschädigung zu schätzen und so einen Beitrag zur Aufklärung des Zusammenhangs zwischen Lärmbelastung und Veränderung der OAEs zu leisten. Dabei wurden zwei Hauptgruppen gebildet, die gleich altersverteilt waren (Gruppe A – 159 Normalhörende; Gruppe B – 138 Innenohrschwerhörige). Die Lärmbelastung innerhalb der Gruppen war unterschiedlich verteilt. Es konnte nachgewiesen werden, dass das Geschlecht der Probanden einen signifikanten Einfluss auf die untersuchten Parameter hatte. Dies könnte die Folge der höheren beruflichen und außerberuflichen Lärmexposition der Männer bzw. des geringeren Alters der weiblichen Teilnehmer der untersuchten Studienpopulation sein. Bei dem weiblichen Teil der Probanden unterschieden sich altersunabhängig alle TEOAE-Parameter statistisch signifikant zwischen Gr. A und Gr. B. Dahingegen waren alle DPOAE-Daten - mit Ausnahme der Ergebnisse bei 2 kHz - nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Gruppen A und B. Auch bei den männlichen Probanden unterschieden sich alle TEOAE-Parameter statistisch signifikant zwischen Gr. A und Gr. B. Im Gegensatz zu den Frauen unterschieden sich hier zusätzlich die DPOAE-Daten in den Frequenzen 1 kHz und 2 kHz. Generell zeigte sich eine schwache Korrelation zwischen den OAE- und RTA-Parametern, wobei sie am stärksten für die Einzelparameter BandRepro und SNR zu RTA (KL/LL) bei 1 kHz bis 4 kHz ausgeprägt war. Eine Berechnung der RTA-Hörschwelle aus den OAE-Parametern mit einem linearen Regressionsmodell lässt sich anhand der vorliegenden Daten für die Praxis noch nicht empfehlen. Hierfür bedarf es weiterer Untersuchungen.

Langjährige Lärmbelastung scheint bei Männern zusammen mit dem Absinken der RTA-Hörschwelle zu einer Reduktion der messbaren TEOAE-Parameter, aber nicht der DPOAE-Parameter zu führen. Es ergaben sich Hinweise darauf, dass eine moderate Lärmbelastung (zwischen 75 dB und 85 dB) bei Frauen zu einer Reduzierung der gemessenen OAE-Parameter – speziell der TEOAE - führen könnte, bevor die Hörverluste in der RTA evident werden. Es könnte lohnenswert sein, diesen Aspekt in der Forschung weiter zu verfolgen.

Das wichtigste Ergebnis des gesamten Projektes besteht in der überraschenden Feststellung, dass die scheinbar enge Korrelation zwischen der reintonaudiometrisch bestimmbaren Ruhehörschwelle und den Ergebnissen der OAE-Messungen (TEOAE und DPOAE) so nicht durchgehend besteht.

Allgemein scheinen sich ausschließlich TEOAE zur objektiven Bestimmung des lärmbedingten Haarzellschadens zu eignen, DPOAEs sind vermutlich nicht mit hinreichender Wahrscheinlichkeit dafür geeignet. Da sich im Rahmen unserer Untersuchungen die Ableitung von TEOAE als praxistaugliche, schnelle und effiziente objektive Methode zur Ermittlung der Hörschwelle, auch bei Innenohrschwerhörigen, erwiesen hat, sollte dieser Methode – neben der RTA als „Basisdiagnostikinstrument“ - der Vorrang vor den überschwelligen Verfahren in der Beurteilung des lärmgeschädigten Gehörs gegeben werden. Nach kurzzeitiger

Beschallung mit weißem Rauschen zeigten die laut Reintonaudiogramm sehr gut hörenden Personen wesentlich weniger häufig Indikationen eines vulnerablen Innenohres als die schwerhörigen Studienteilnehmer gleichen Alters und gleicher langjähriger Lärmbelastung. Dieses Ergebnis konnte statistisch nicht abgesichert werden, gibt aber einen Hinweis darauf, dass Personen mit lärmbedingten Hörminderungen eventuell a priori vulnerable Ohren haben oder im Laufe der Lärmexposition entwickeln.

**Schlagwörter:**

Lärmschwerhörigkeit – otoakustische Emissionen – Prävention

# The use of otoacoustic emissions in early diagnostics of noise induced hearing loss

## Abstract

It was the aim of the present project to correlate the hearing thresholds of normally hearing controls and those with a noise-induced hearing loss (NIHL) as determined by pure-tone audiometry (PTA) and otoacoustic emissions (OAE, i.e. TEOAE/DPOAE). It should be evaluated how far OAE can be helpful to better explain and verify the onset of NIHL and its progression. Two study samples (A-159 controls, B – 138 with NIHL) were recruited and evaluated. Both samples had an equal age distribution. The noise load of each study subject was unevenly distributed. It could be demonstrated that there were gender-related differences in the recordings irrespective of the age groups. This could result from higher professional and extraprofessional noise exposure in men or from the younger average age in the recruited females. In the female subjects, all TEOAE parameters differed statistically significant between the groups A and B irrespective of age. In contrast to this, all DPOAE parameters did not differ significantly between the females of group A and B (except at 2 kHz). There were also statistically significant differences between groups A and B in males. In addition, the DPOAE parameters also differed significantly for 1 and 2 kHz. In general, there was a weak correlation between the PTA/OAE parameters, whereas the strongest correlation could be demonstrated between BandRepro/SNR (TEOAE) and PTA at 4 kHz. At the moment, the calculation of PTA thresholds based on OAE data by a linear regression model is not recommendable. This should be the subject of further studies. A long-term noise load seems to be correlated in male by a decline in PTA threshold and a reduction of TEOAE parameters, but by no DPOAE changes. There was preliminary evidence that a moderate noise load in females (75 – 85 dB) might induce a decline in OAE parameters and TEOAEs in particular, before the onset of a PTA threshold decrease. It could be challenging to further investigate this aspect. The major finding of the study is a lacking correlation between the hearing thresholds in PTA and OAE recordings as described previously. In general, TEOAEs only are useful to objectively determine the noise-induced hair cell loss while DPOAEs are not sufficiently well enough suited for this purpose. In our study design, TEOAE recordings had proven efficacy as fast and efficient method to determine the hearing threshold in daily practice. This also holds true for those subjects with a cochlear hearing loss so that TEOAE – apart from PTA - should be used preferably to assess NIHL, but not suprathreshold audiometric tests anymore. After short-term noise exposure with broad-band noise, those subjects with a normal hearing in PTA showed random signs of a vulnerable inner ear” only compared to those subjects with a manifest hearing loss after the same time-period of noise exposure. However, these results had no statistical significance, but it seems to indicate that subjects with a NIHL might suffer from a higher vulnerability of the cochlea before the beginning of noise exposure or might develop one over time.

## Key words:

Noise-induced hearing loss, otoacoustic emission, prevention

# Mesure des émissions otoacoustique a la détection rapide des dommages d'audition bruit provoqué

## Résumé

C'était l'objectif du présent projet d'estimer seuil d'audition de repos conventionnellement certain (gramme d'audio d'argile - AG) pour des personnes normale et des personnes avec des dérangements d'audition à l'aide de la mise en évidence des émissions otoacoustique(OUA, c.-à-d. TEOAE/DPOAE) du type de dommage d'oreille à l'intérieur de bruit et d'apporter ainsi une contribution à l'éclaircissement du lien entre un excès de bruit et la modification des OUA. Deux fichiers qui age ont été formés étaient (groupe a - 159 auditions; groupe b - 138 durete d'oreille sensorineural). L'excès de bruit dans les groupes a été distribué différemment. On pouvait prouver que le sexe des personnes tests a eu une influence significative sur les paramètres examinés. Cela pourrait être la conséquence de l'exposition de bruit professionnelle et extraprofessionnell plus élevée des hommes et/ou du plus faible âge des participants féminins de la population d'étude examinée. Pour la partie féminine des personnes tests, tous les TEOAE-Parameter ne se sont pas différenciés entre le volume a et volume B. In contradiction, étaient sans age statistiquement de façon significative tous les DPOAE-Daten - à l'exception de l'exception des résultats avec 2 kHz - entre les groupes a et B. pour les personnes tests masculines se sont différenciés de façon significative différemment aussi statistiquement de façon significative tous les paramètres d' TEOAE entre le volume a et volume b. Contrairement aux femmes, les DPOAE se sont différenciés ici en plus dans les fréquences 1 kHz et 2 kHz. Généralement, une corrélation faible est apparue entre l'OUA et les paramètres d' AG, auquel cas elle a le plus fortement été empreinte pour les paramètres particuliers BandRepro et SNR à AG avec 1 kHz à 4 kHz. Un calcul des threshold d' AG des OUA avec un modèle de régression linéaire ne peut pas encore être recommandé au moyen des présentes données pour la pratique. Pour cela il faut d'autres études. Le long excès de bruit ne semble toutefois pas conduire pour des hommes avec la diminution des threshold d' AG à une réduction des TEOAE mesurables, pas le DPOAE. Des indications de ce sont ressorties qu'un excès de bruit modéré (entre 75 dB et 85 dB) pourrait conduire chez des femmes à une réduction des OUA mesurés - spécialement le TEOAE -, avant que les pertes d'audition dans le RTA ne deviennent évidentes. Ce pourrait sont interessant poursuivre plus loin cet aspect dans la recherche . Le résultat le plus important du projet total existe dans la constatation surprenant que la corrélation selon toute apparence étroite entre le seuil d'audition de repos AG assignable et les résultats des OUA (TEOAE et DPOAE) n'existe pas si sans interruption. En général, exclusivement TEOAE semblent convenir à la disposition objective des dommages de cellule de cheveux de bruit, des DPOAEs ne sont pas probablement avec une probabilité suffisante appropriés pour cela. Puisque dans le cadre de nos études la mise en évidence de TEOAE une méthode objective praticable, rapide et efficace s'est avérée à la détermination du seuil d'audition, aussi avec des durete d'oreille sensorineural, la priorité sur procédure suprathreshold dans l'évaluation de l'audition durete d'oreille sensorineural de bruit devrait être donnée à cette méthode - à côté du RTA comme "instrument de diagnostic de base" -. Les personnes très bien entendant conformément à un gramme d'audio d'argile ont moins fréquemment



montré largement après brève sonorisation avec précipiter blanche les indications d'une oreille à l'intérieur vulnérable que les participants d'étude dureté d'oreille sensorineural de même âge et de même long excès de bruit. Ce résultat ne pouvait pas statistiquement être assuré, donne toutefois une indication sur que des personnes avec des réductions d'audition de bruit ont éventuellement a priori des oreilles vulnérable ou développent au cours de l'exposition de bruit.

**Mots clés:**

Dureté d'oreille de bruit, émissions otoacoustique, prévention

# 1. Einleitung

Durch eine exponentielle Zunahme des Wissens in der Hörphysiologie im letzten Jahrzehnt konnten viele klinisch relevante Erkenntnisse über das Innenohr, seine Schädigungsmöglichkeiten sowie objektive Messverfahren zur Überwachung der Innenohrfunktion (otoakustische Emissionen) gewonnen werden (zur Übersicht Ernst und Zenner 1992).

So konnte gezeigt werden, dass es deutliche interindividuelle Unterschiede in der Reaktion des Hörvermögens auf Lärm gibt. Ursächlich werden dafür strukturelle Besonderheiten in der Proteinzusammensetzung der Haarsinneszellen angenommen, die vermutlich genetisch determiniert sind (Hunter-Duvar 1977, Tilney et al. 1982, Zenner und Ernst 1992).

Bei manchen Menschen entsteht schon bei einer Lärmexposition unterhalb einer schädigenden Grenzlinie (Grenzpegeldiagramme nach Pfander) eine vorübergehende oder dauerhafte Schädigung des Gehörs (Pfander 1975, Dieroff und Bartsch 1986, Bartsch et al. 1989, Dieroff 1994). Man bezeichnet diese Prädisposition bei etwa 5 - 10 % der Normalbevölkerung als sogenanntes „vulnerables Innenohr“ (Pfander 1975). Im Gegensatz zu Normalpersonen kommt es bei dieser Personengruppe nach Beschallung zu einem Schwellenschwund der Hörschwelle (TTS), der sich nicht oder deutlich verspätet erholt und bei wiederholter Beschallung zu einem irreversiblen Hörverlust (PTS) führt (Pfander 1975, Melnick 1991). Eine Eingrenzung und Identifikation dieses Personenkreises mit einem vulnerablen Innenohr ist von hoher medizinischer und volkswirtschaftlicher Bedeutung, insbesondere bei Lärmexponierten. So stellt die BK 2301 (lärmbedingte Innenohrschwerhörigkeit) immer noch den größten Anteil an allen (entschädigungspflichtigen) Berufskrankheiten dar. Sie führt häufig bei den Betroffenen zu Isolation und sozialem Rückzug.

Trotz umfangreicher arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Lärm I - III, UVV Lärm) (HVBG 2005) ist jedoch seit Jahren der Anteil an gemeldeten Verdachtsfällen mit einer Bk 2301 konstant (Ernst und Battmer 1997).

Wir konnten in einer Pilotstudie in Hannover (VW-Werk Hannover-Stöcken) zeigen, dass 10 % aller getesteten Lärmarbeiter ein vulnerables Innenohr aufweisen (Ernst und Lenarz 1997), d.h. diese Probanden wiesen eine statistisch signifikante Verzögerung in der Erholungszeit der TEOAE-Amplitude nach Beschallung mit weißem Rauschen über 5 min auf.

Der Einsatz otoakustischer Emissionen zur objektiven, online (Realtime)-Überwachung der Innenohrhörfunktion ist mittlerweile klinischer Standard und bewährt sich insbesondere dann, wenn noch keine eindeutigen Veränderungen in der Reintonaudiometrie erkennbar sind, man aber Hörstörungen vermuten muss (z.B. nach ototoxischen Medikamenten) (Nölle et al. 2000). Neben dieser Prädiktorfunktion scheinen die TEOAE sowie die DPOAE in der klinischen Routine und zum Monitoring von Lärmschäden am Innenohr besonders gut geeignet zu sein (zur Übersicht vgl. Hoth und Lenarz 1997, Plinkert et al. 1995, 1999). Dabei wurden verschiedene methodische Ansätze gewählt: Während man bei der DPOAE-Registrierung Amplitudenveränderungen nach Beschallung beschrieb sowie Variationen der Primärtonlautstärken vorschlug (Sutton et al. 1994, Oeken und Menz 1996), fanden andere Autoren klare lärmbedingte Veränderungen in der TEOAE-Reproduzierbarkeit und im SN-ratio (Vinck et al. 1999).

Unter Zugrundelegung des heutigen Wissensstandes und unserer eigenen Erfahrungen aus der durchgeführten Pilotstudie scheinen otoakustische Emissionen die Methode der Wahl zu sein, um einen direkten Zusammenhang zwischen Lärmbelastung, Prädisposition für Gehörschäden und lärminduzierte Veränderungen der Hörschwelle herzustellen. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die direkte Identifikation eines Personenkreises mit erhöhter Lärmempfindlichkeit (mit einem vulnerablen Innenohr) nach den Erfahrungen aus unserer Pilotstudie am besten gelingt, wenn man eine Probebeschallung (z.B. 10 min mit weißem Rauschen) durchführt und dabei die Reaktionen des Innenohres/Hörvermögens mittels OAE und Reintonaudiometrie registriert.

Unsere eigenen Untersuchungen wurden zum größten Teil von 1993- 1997 im Rahmen der Arbeit an der Medizinischen Hochschule Hannover durchgeführt. Zum einen erfolgte der Einsatz von otoakustischen Emissionen in der klinischen Routine zur differentialdiagnostischen Abklärung von Hörstörungen als auch als Monitoringverfahren für die Überprüfung ototoxischer Medikamentennebenwirkungen bzw. als neuartiges Messverfahren zur nicht-invasiven Hirndruckmessung.

Im Rahmen einer Pilotstudie (Machbarkeitsstudie) wurde 1996 in Zusammenarbeit mit dem Hauptvorstand der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Dr. Otten) an jeweils 100 Beschäftigten des VW-Werks in Hannover-Stöcken geprüft, ob mit Hilfe einer Längs- bzw. Querschnittsstudie der Einsatz des Messverfahrens otoakustischer Emissionen in der Gehörvorsorge möglich sei. Aus finanziellen Gründen konnte damals jedoch keine weitere Förderung durch den Forschungsfonds des HVGB erfolgen (Schäfer et al. 1997).

Wichtigstes Ergebnis der damaligen Untersuchungen war der Befund, dass nachweislich etwa 10 % der Untersuchten eine erhöhte Lärmempfindlichkeit bei experimenteller Beschallung aufwiesen, was sich vorwiegend in den TEOAE-Amplituden nachweisen ließ. Die reintonaudiometrische Schwelle hatte eine geringere Sensitivität und Spezifität als die eingesetzten TEOAE-Messungen.

Insbesondere in den letzten 2 Jahren haben wir jedoch in unserem Hause OAE-Messungen in großem Umfang für die Beurteilung der BK 2301 miteingesetzt und die neuartige Apparatur (Echomaster) als druckausgeglichen messendes System klinisch erproben können. Modellbetrachtungen, die eine Korrelationen zwischen OAE- und Reintonhörschwelle berücksichtigen, existieren bereits (zur Übersicht und kritischen Diskussion vgl. Hoth und Lenarz, 1997). Bei Vorhandensein von TEOAEs mit einer Reproduzierbarkeit über 60 % in dem Frequenzbereich von 1 – 5 kHz gilt, dass maximal ein Hörverlust von 30 -35 dB im Reintonaudiogramm vorliegt, sofern keine Artefakte (z.B. Sondensitz) die Messungen verfälschen.

Für das Vorhandensein von DPOAEs gilt, dass im gleichen Frequenzbereich ein Hörverlust von maximal 50 dB im Reintonaudiogramm vorliegen darf, weil ansonsten keine DPOAEs ableitbar wären.

Seit vielen Jahren herrscht Einigkeit darüber, dass die bislang in der Lärmvorsorge sowie im Begutachtungswesen der BK 2301 eingesetzten sogenannten überschwelligen Testverfahren (SISI, Fowler etc.) mit einer falschpositiven Rate von ca. 30 % zu wenig verlässliche Messergebnisse liefern. Erst durch die klinische Einführung der OAE-Messverfahren änderte sich dies: Zum ersten Mal konnte direkt mit hoher Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit der Haarzellschaden (als zelluläres Korrelat der Lärmschädigung) audiometrisch nachgewiesen werden. Damit erschien möglich, dass neben den Lärmverhütungs- und Gehörschutzmaßnahmen möglichst frühzeitig eine Lärmüberempfindlichkeit (vulnerables Innenohr) erkennbar ist.

Es war deshalb das Ziel des vorliegenden Projektes, mit Hilfe der Ableitung von otoakustischen Emissionen die konventionell bestimmte Ruhehörschwelle für normalhörende Personen und Personen mit Hörstörungen von der Art einer lärmbedingten Innenohrschädigung zu schätzen und so einen Beitrag zur Aufklärung des Zusammenhangs zwischen Lärmbelastung und Veränderung der OAEs zu leisten. Im einzelnen sollten dazu die Güte verschiedener Modelle zur Schätzung der mit konventionellem Audiometer bestimmten Hörschwelle aus den OAE, die Altersabhängigkeit der OAE, die Zusammenhänge zwischen Lärmbelastung, Ruhehörschwelle und OAE und der Einfluss der Sondenposition auf die OAE bestimmt werden. Dazu wurden zwei Hauptgruppen (Gruppe A und B) an entsprechenden Probanden rekrutiert, um diese dann mit Hilfe umfangreicher audiometrischer Tests zu untersuchen. Auf diese Weise konnten die in den weiteren Abschnitten beschriebenen Ergebnisse erzielt werden.

## 2. Methodik

### 2.1. Probandenauswahl

Die Probanden wurden durch Untersuchungen in den Betrieben der DaimlerChrysler AG in Berlin-Marienfelde, Ludwigsfelde und durch Rekrutierungen in der HNO-Klinik des Unfallkrankenhauses Berlin gewonnen. Initial war geplant, dass eine Mindestanzahl von Probanden rekrutiert werden sollten, die in den letzten 10 Jahren mindestens an einem Arbeitsplatz einem Beurteilungspegel von  $\geq 85$  dB ausgesetzt waren, so dass in den zu rekrutierenden zwei Gruppen (Normalhörende und Schwerhörige) mindestens 150 Probanden vertreten sind. Ebenso wurde angestrebt, durch eine retrospektive Erfassung und Bestimmung der Lärmbelastung mittels computergestütztem Interview (bzw. unter Einbeziehung des betrieblichen Lärmkatasters) sowohl Lärmexponierte in Gruppe A als auch B (mit dem Schwerpunkt auf die Gruppe B) zu haben. Es sollte darüber hinaus eine Gleichverteilung der einzuschließenden Probanden in vier Altersklassen erreicht werden (20.-29., 30.-39., 40.-49. über 50 Jahre, jeweils 75 Probanden).

Im Rahmen des Projektes wurden deshalb zwei Hauptgruppen gebildet, die nahezu gleich altersverteilt waren (Gruppe A – Normalhörende; Gruppe B – Innenohrschwerhörige). Die Normalhörigkeit war definiert als Hörvermögen, das in Luft- und Knochenleitung identisch ist und auf beiden Ohren besser oder gleich  $H_{0,5}$  der Datenbasis A nach ISO 1999 (ISO 1990), zuzüglich 5 dB Messungenauigkeit, ist. Die Innenohrschwerhörigkeit (IOS) war definiert als Hörvermögen, das in Luft- und Knochenleitung identisch ist, und bei dem das Hörvermögen (in Luft- und Knochenleitung) auf mindestens einem Ohr schlechter als  $H_{0,1}$  der Datenbasis A nach ISO 1999 (ISO 1990) ist. Weiterhin sollte ein eindeutiger Stimmgabelversuch (Rinne positiv) vorliegen. Die IOS wurde unter Zugrundelegung der altersrelationierten Werte nach ISO 1999 ermittelt (gerundet auf 5 dB-Werte). Eine Lärmexposition im Industriebetrieb war erwünscht, aber nicht unbedingte Voraussetzung für die Aufnahme in die Gruppe B. Das Bild einer Innenohrschwerhörigkeit sollte ohne Tinnitus vorliegen. Die Gleichheit von Luft- und Knochenleitung, die zum Ausschluss von Mittelohrkomponenten gefordert war, ließ sich nicht für alle Frequenzen durchgehend realisieren. Bei Probanden mit einer größeren Differenz zwischen Luft- und Knochenleitung in einer oder mehreren Frequenzen (genaue Zahlen siehe Abschnitt 3.1) wurde der Hörschwellenverlauf individuell geprüft, um eine Mittelohrschwerhörigkeit auszuschließen.

In der Gruppe A wurden 73 männliche (Alter: 20-60 Jahre; Mittelwert  $39,1 \pm 11,0$ ) und 86 weibliche (Alter: 20-60 Jahre; Mittelwert  $37,8 \pm 11,5$ ) normalhörende Probanden erfasst (insgesamt 318 Ohren).

In der Gruppe B befanden sich 111 männliche (Alter: 21-60 Jahre; Mittelwert  $43,3 \pm 12,0$ ) und 27 weibliche (Alter: 20-59 Jahre; Mittelwert  $37,6 \pm 10,9$ ) Probanden mit einer Innenohrschwerhörigkeit und weitestgehend einer Seitendifferenz des Hörverlustes von  $\leq 15$  dB (mittlerer Hörverlust 2; 3; 4 kHz) (insgesamt 276 Ohren). Bei 18 der 138 Probanden der Gruppe B betrug die Seitendifferenz zwischen linken und rechtem Ohr mehr als 15 dB (genaue Zahlen im Abschnitt 3.1).

## 2.2. Messung der Ruhehörschwelle, Reintonaudiometrie und Impedanzaudiometrie

Vor Beginn der reintonaudiometrischen Untersuchungen wurden die Patienten otoskopisch untersucht. Eine Kurzanamnese zur Ermittlung außerbetrieblicher Lärmexposition oder anderer relevanter Innenohrerkrankungen (z.B. M. Meniere, chronische Mittelohrentzündungen) nach Lärm II (HVBG 2005) als Ausschlusskriterium zur Studienteilnahme schloss sich an. Die Hörschwelle wurde dabei mit einem klinischen Audiometer (Siemens SD 50, Siemens AG, Erlangen) bei 125, 500 Hz, 1, 2, 3, 4, 6, 8 kHz in einer akustisch und elektrisch abgeschirmten Kammer (IAC Company, Niederkrüchten) ermittelt (in Luft- und Knochenleitung). Probanden der Gruppe B wurden danach noch weiter untersucht, in dem ein SISI- und Weber-Test bzw. eine impedanzaudiometrische Untersuchung (nach Lärm III) sich anschlossen (HVBG 2005, Ernst und Battmer 1997).

## 2.3. Ableitung otoakustischer Emissionen (OAE) und Vorversuche

Bei beiden Gruppen (A & B) erfolgte sowohl die Ableitung von TEOAE und DPOAE.

*Die Messungen der TEOAE* wurden in Übereinstimmung mit unseren eigenen Erfahrungen, nach Vorversuchen und unter Berücksichtigung der einschlägigen Literatur wie folgt durchgeführt (ILO 88/92, Otodynamics, UK):

- bei 80 dB SPL im nicht-linearen Reizmodus (wegen der sicheren Erfassung von OAE sowie der sicheren Artefaktunterdrückung)
- bei 60 dB SPL im linearen Reizmodus (wegen der Registrierung der echten Antwortamplitude und ihrer Veränderung vor und nach Lärmexposition)

*Die Messungen der DPOAE* wurden folgendermaßen durchgeführt (ILO 88/92, Otodynamics, UK):

- Einzusetzende Primärtonpegel-Kombinationen:
  - L1: 70 dB SPL, L2: 70 dB SPL ; L1: 70 dB SPL, L2: 65 dB SPL.
  - L1: 55 dB SPL, L2: 30 dB SPL .
- Frequenzverhältnis:  $f_1/f_2 = 1.22$
- Gemessen wurden das DP-Gram, die Wachstumsfunktion (4 kHz), die AUC, 2-Oktav-Bänder, bei Mittelung pro Band bis Rauschpegel > -10 dB SPL.

Diese Pegelkombinationen hatten sich im Rahmen unserer zuerst angestellten Vorversuche (s.u.) bewährt (Abb. 1). Des weiteren hatte sich gezeigt, dass sich bei drei Einzelmessungen durch Sondenwechsel pro Proband (dies beinhaltete eine Herausnahme und einen Wiedereinsatz) keine gravierenden Unterschiede in den Messergebnissen ergaben. Die intraindividuelle Variabilität ist extrem gering (Abb. 2). Dagegen sind einige wichtige Parameter nur unter Qualitätsverlust variabel: So zeigte sich, dass der nicht-lineare Reizmodus mit einer Stimulationslautstärke nicht unter 65 dB (TEOAE) die zuverlässigsten Messergebnisse bot (Abb. 1e). Bei den DPOAE-Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass eine beliebige Verringerung von F2 (in dB SPL) zu keinen sinnvollen Messergebnissen mehr führt, insbesondere nicht bei Innenohrschwerhörigkeit (Gruppe B) (Abb. 1c). Eine weitere wichtige Fehlerquelle war im Rahmen der Untersuchungen ein falscher Sitz der in

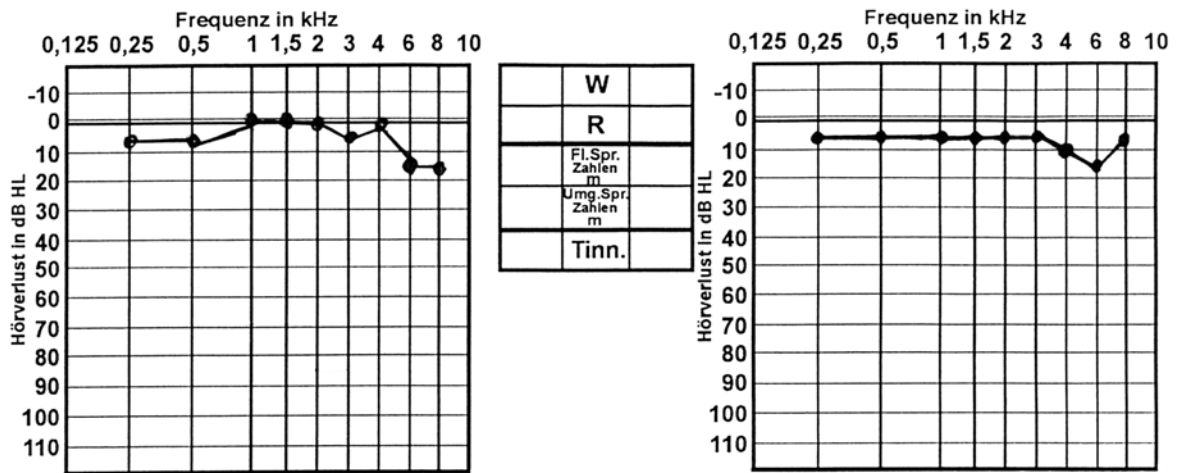
den Gehörgang eingebrachten Sonde. Dies konnte jedoch durch exemplarische Messungen (Vorversuche) eindeutig identifiziert werden (Abb. 3).

Vorversuche dienten der Ermittlung der besten Ableitbedingungen für die OAE-Messungen. Hierbei wurden lineare und nicht-lineare Messmodi (TEOAE) , verschiedene Stimulationspegelkombinationen (DPOAE) sowie der Sondensitz überprüft, bis die optimalen Messbedingungen ermittelt waren. Diese waren folgende:

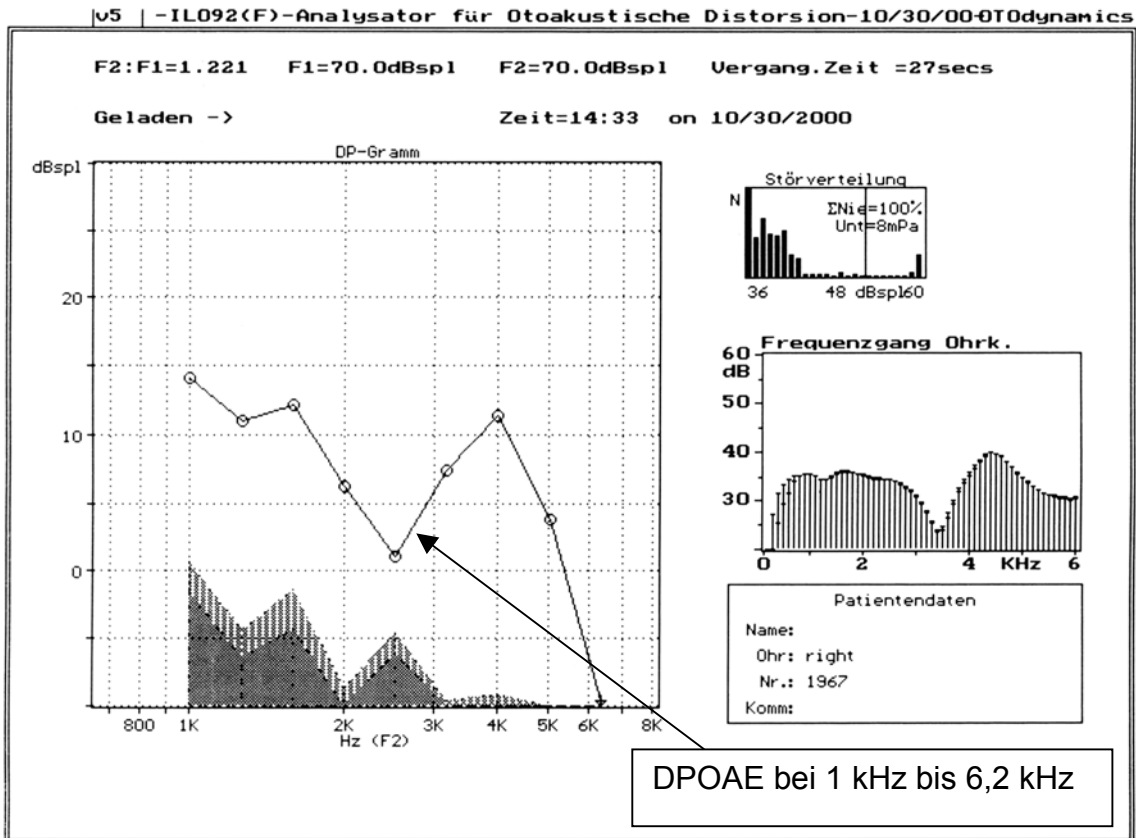
DPOAE (L1=L2=70 dB)

TEOAE (nichtlinear, Stimulus 71 dB – 94 dB)

Alle Studienteilnehmer wurden mit diesen Messparametern untersucht.



1a



1b

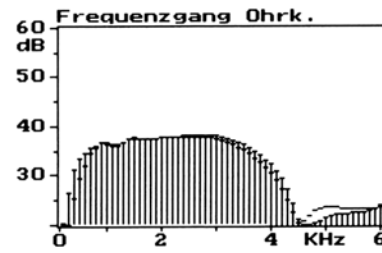
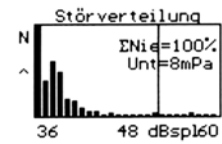
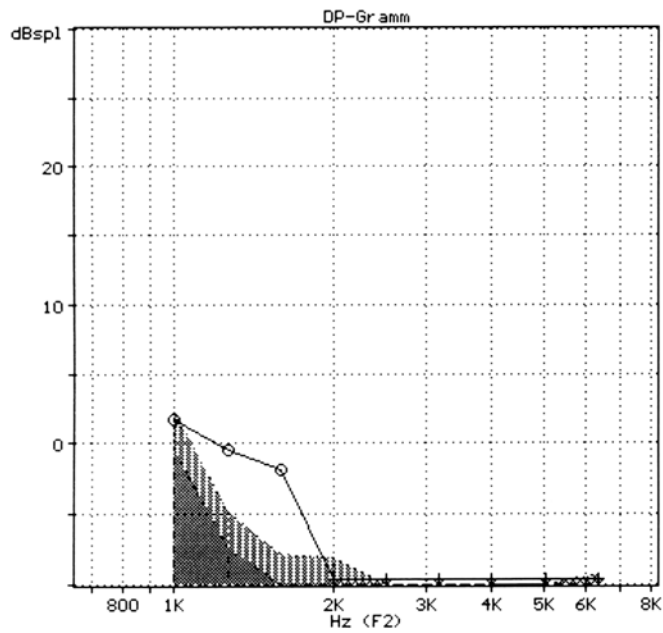


µ5 | -IL092(F)-Analysator für Otoakustische Distorsion-10/30/00-OTodynamics

F2:F1=1.221 F1=55.0dBspl F2=30.0dBspl Vergang.Zeit =40secs

Geladen ->

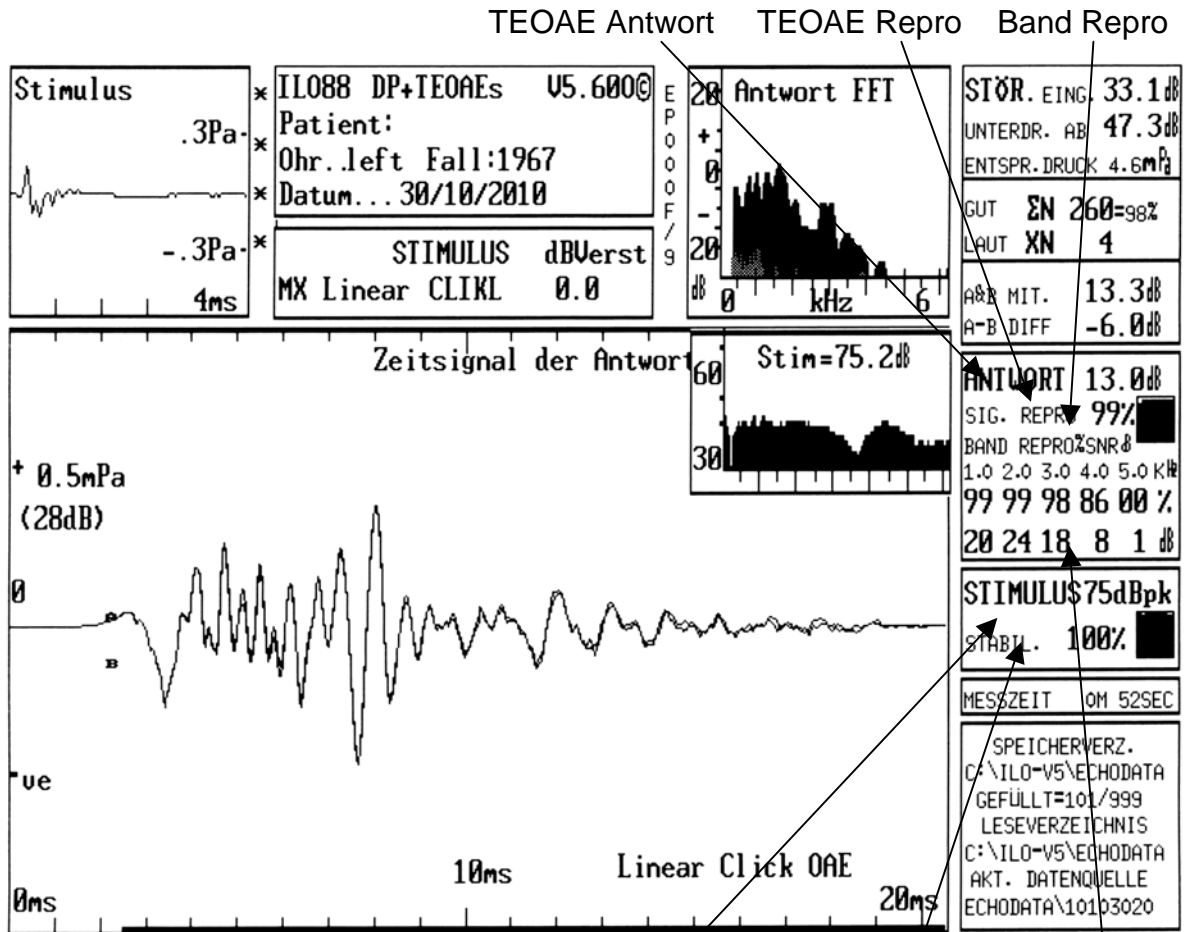
Zeit=14:51 on 10/30/2000



Patientendaten

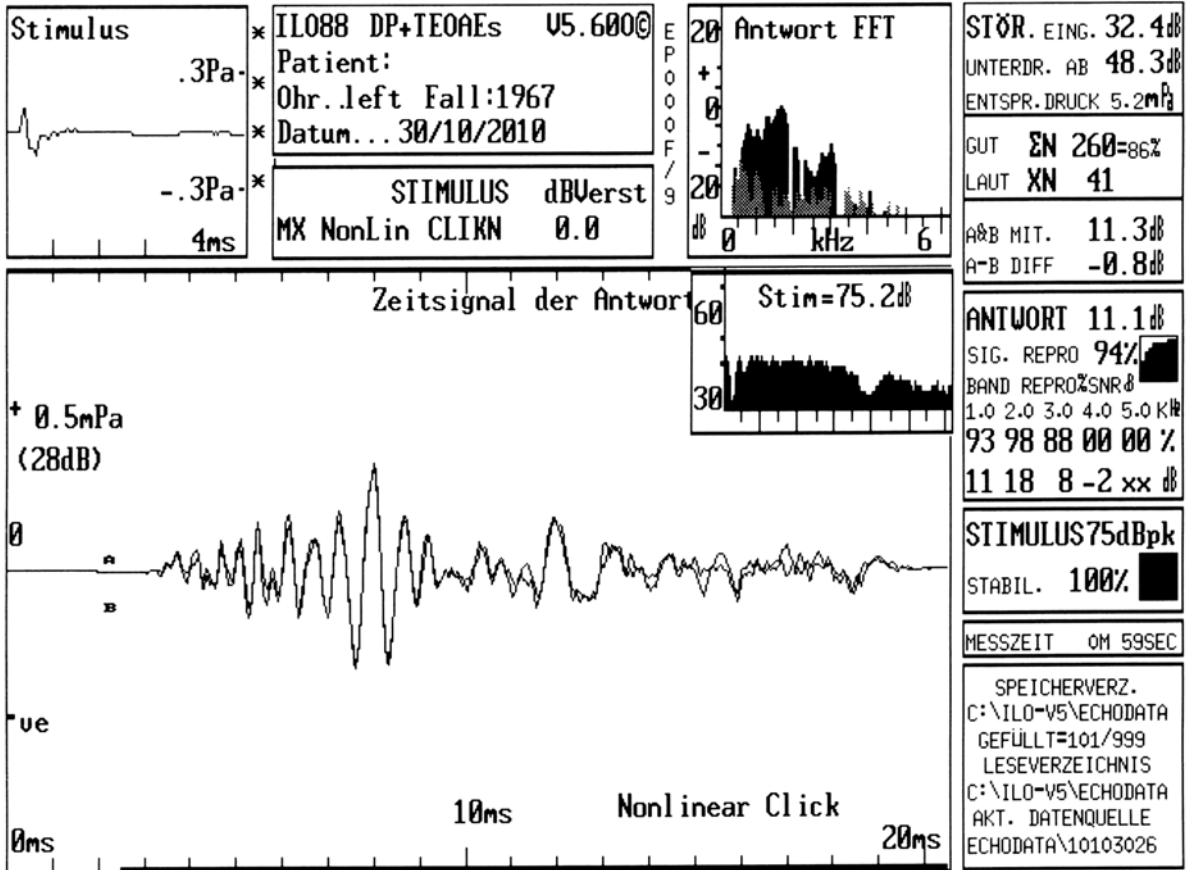
Name:  
Ohr: right  
Nr.: 1967  
Komm:

1c

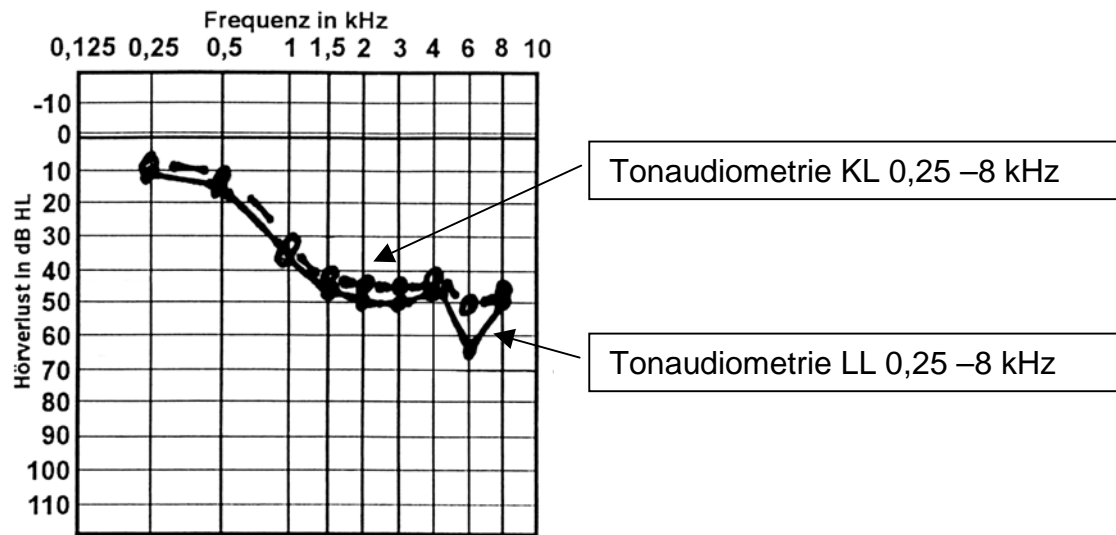


1d

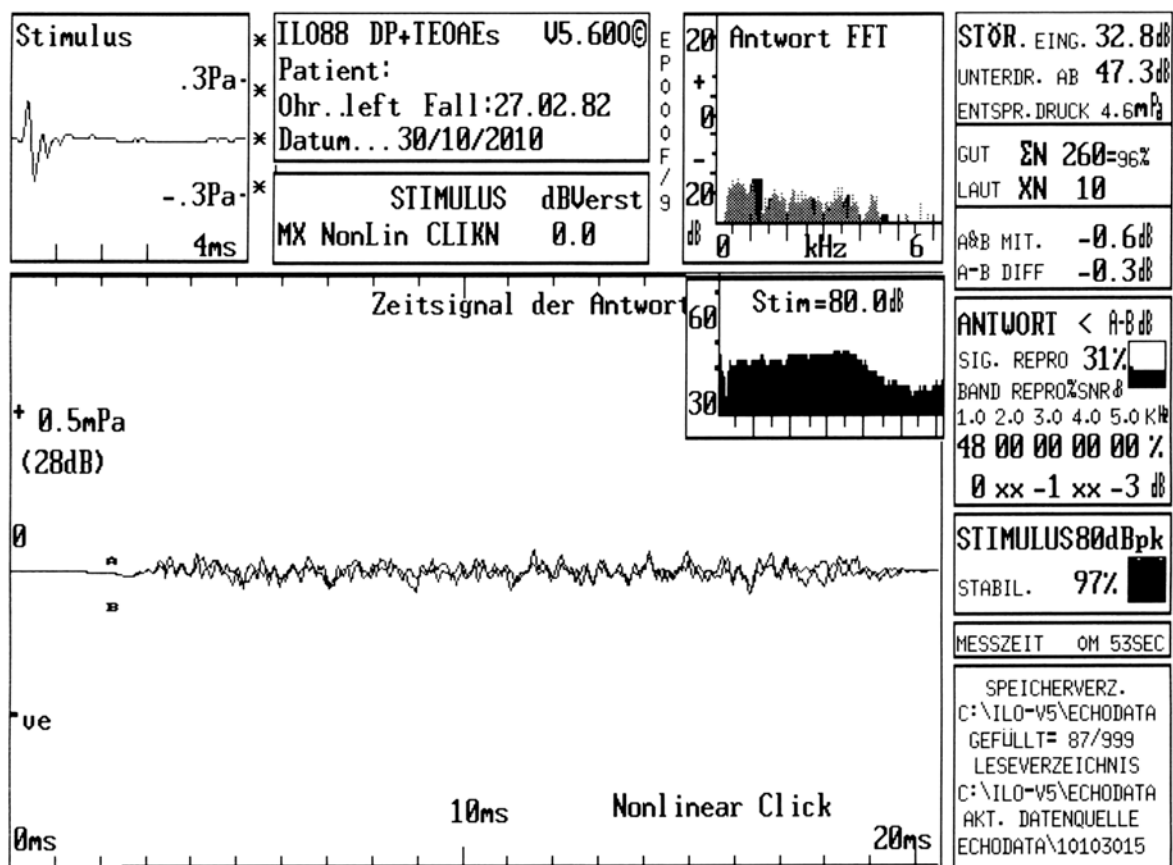
TEOAE Stimulus    TEOAE Stabilität    Band SNR



1e



1f



1g

Abb. 1: Einfluss der Mess- und Stimulationsbedingungen auf die Qualität ableitbarer OAE bei Normakusis (1a – 1e) und Lärmschwerhörigkeit (1f, g):

1a – RTA (Normakusis)

1b – Gute DPOAE-Ableitung bei 70 dB Stimulation ( $f_1/f_2 = 1.221$ )

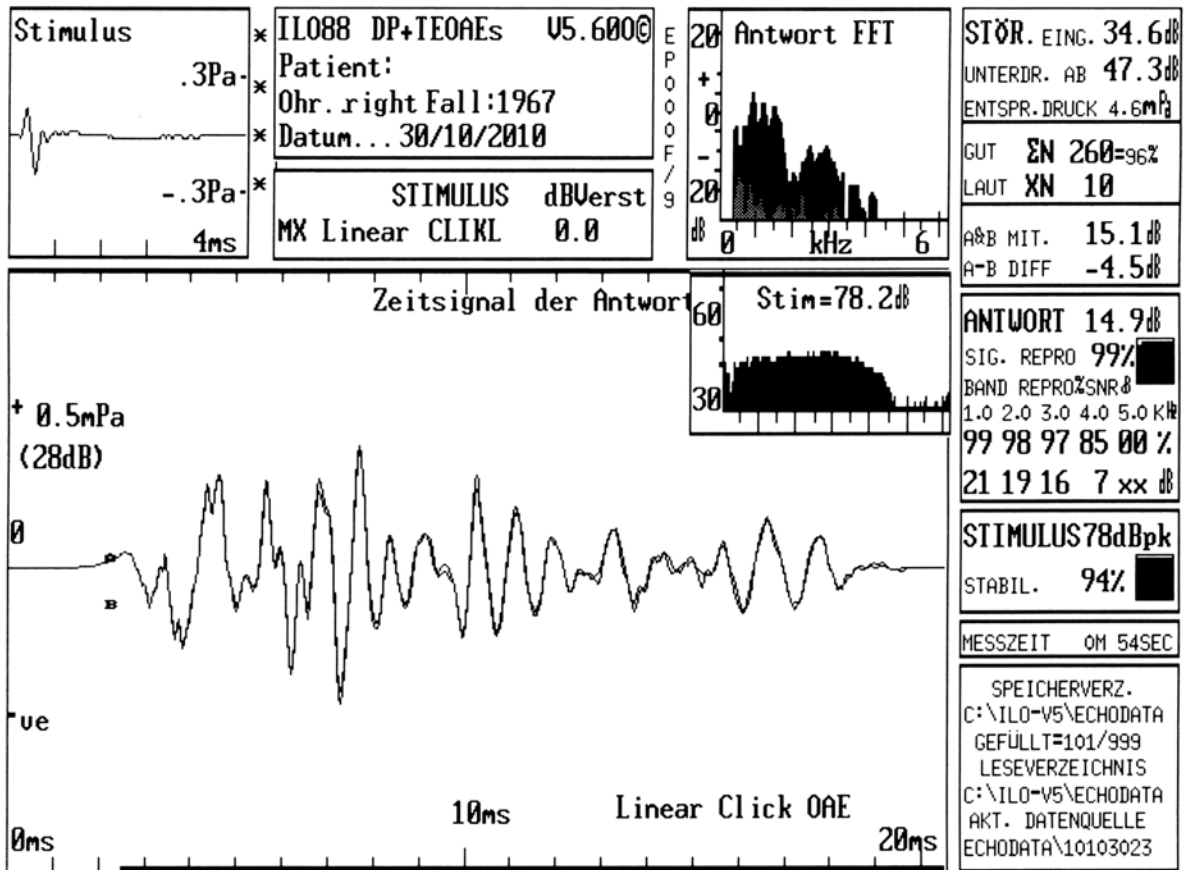
1c – Unrealistisch-schlechte DPOAE- Ableitung bei 55/30 dB ( $f_1/f_2 = 1.221$ )

1d – Gute TEOAE-Ableitung bei linearer Stimulation (75 dB)

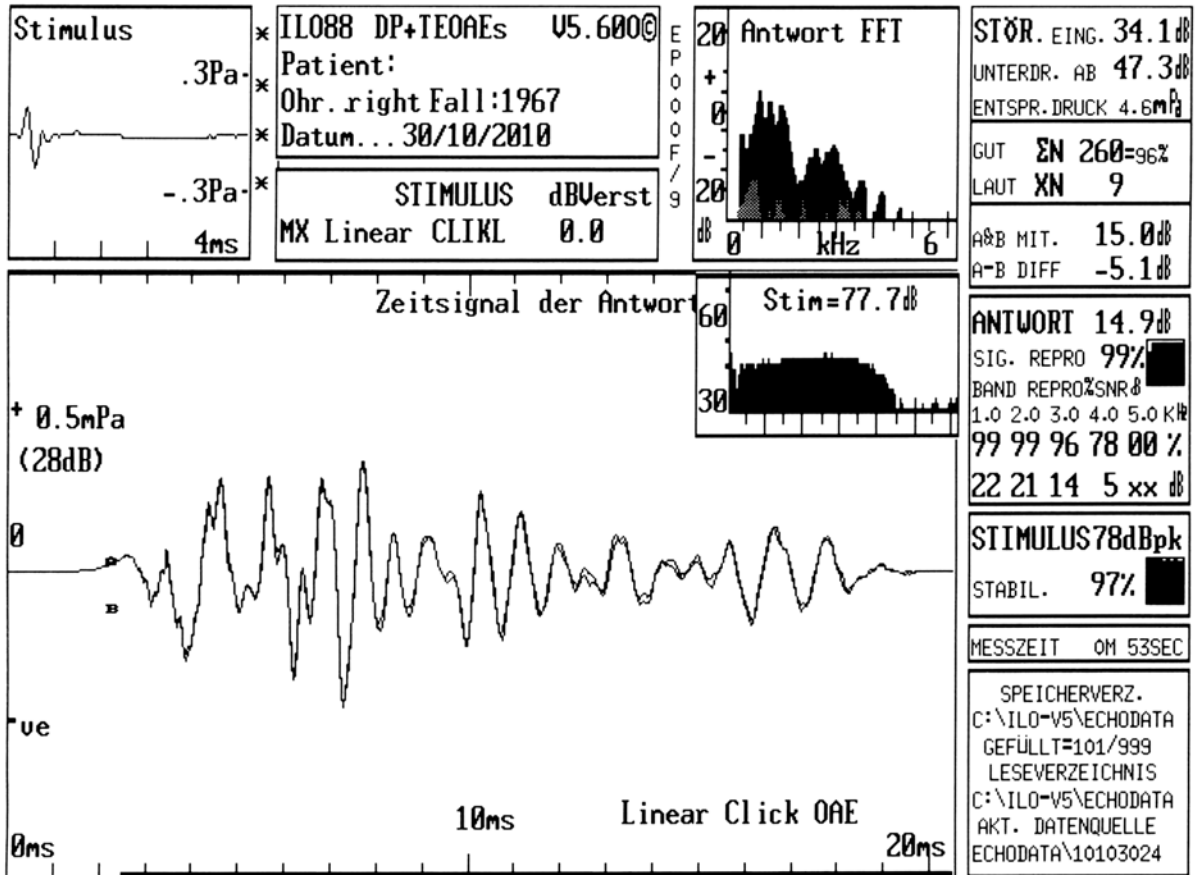
1e – Gute TEOAE-Ableitung bei nicht-linearer Stimulation (75 dB)

1f – RTA (Lärmschwerhörigkeit)

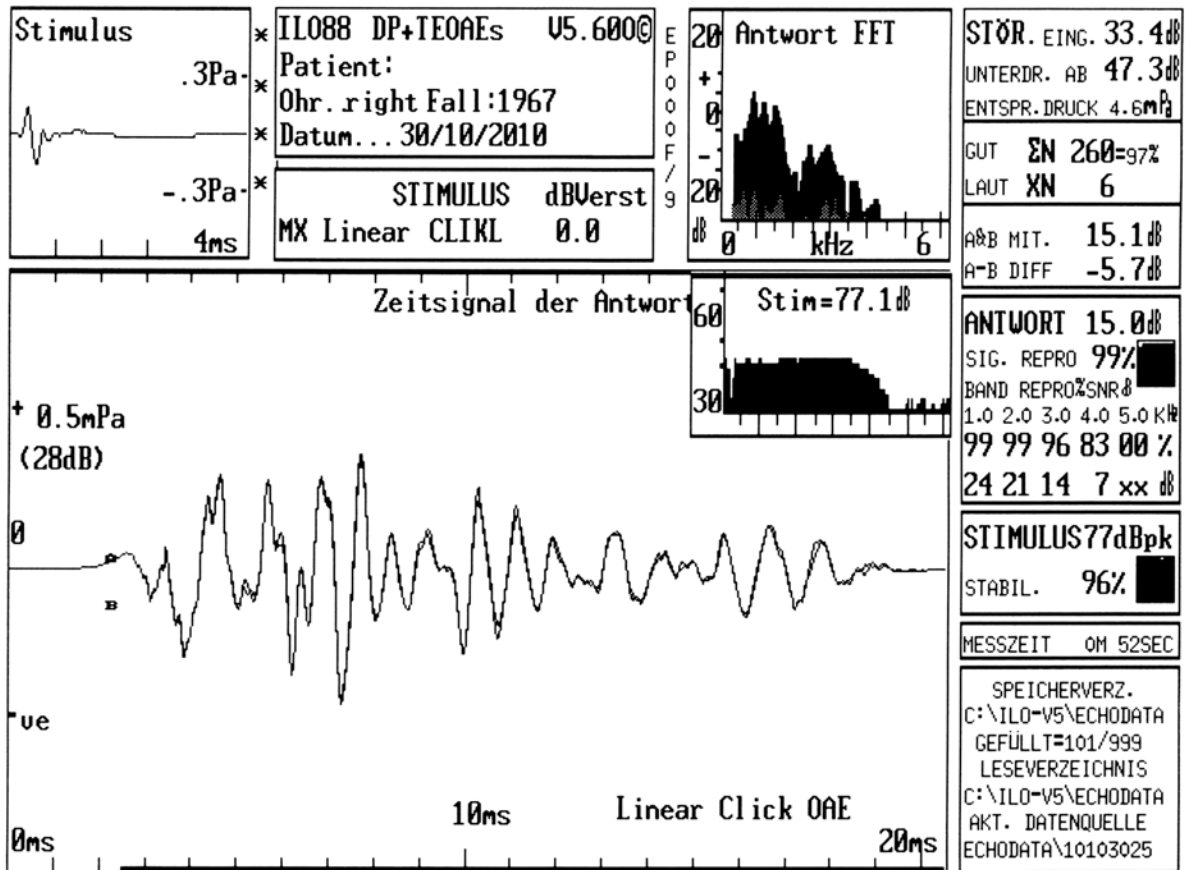
1g – Keine TEOAE-Ableitbarkeit gegeben trotz guten Sondensitzes und optimaler Stimulationsbedingungen (nicht-linear, 80 dB) aufgrund der Lärmschwerhörigkeit



2a



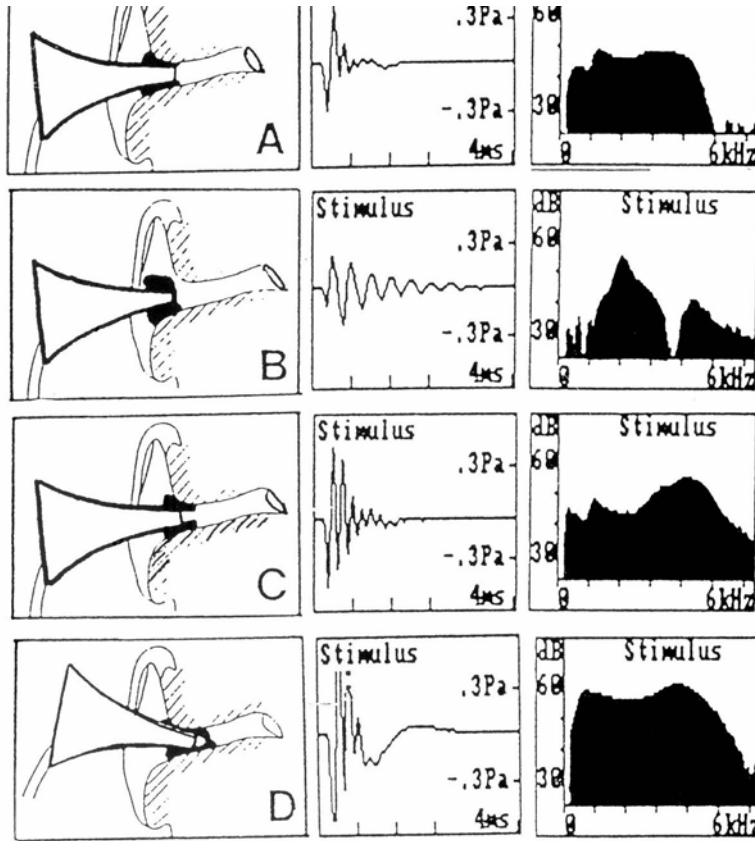
2b



2c

Abb. 2: Repetitive Messungen (in Folge, mit Ein/Aussetzen der Sonde) bei dem gleichen Patienten – Hinweis für die hohe Reproduzierbarkeit und Stabilität der TEOAE-Ableitung





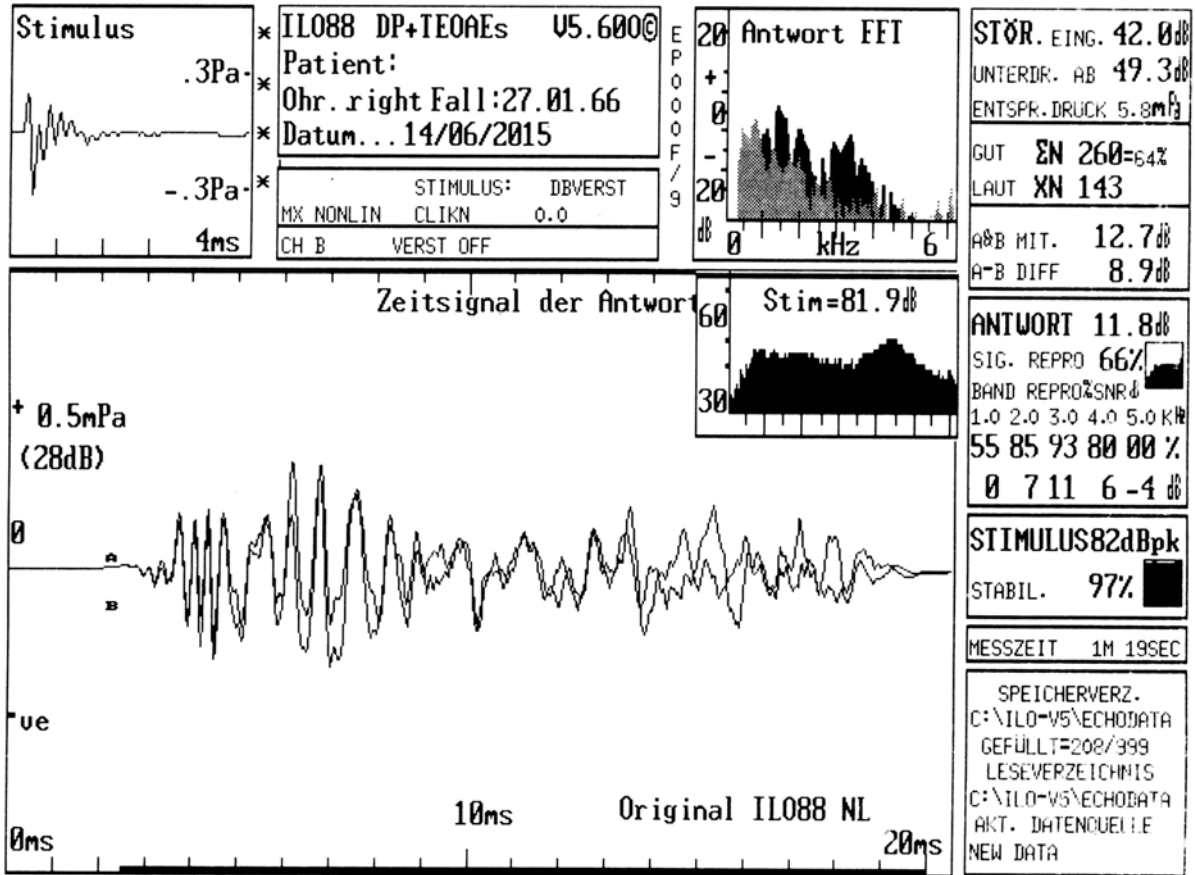
Korrektter Sondensitz

Akustisches Leck

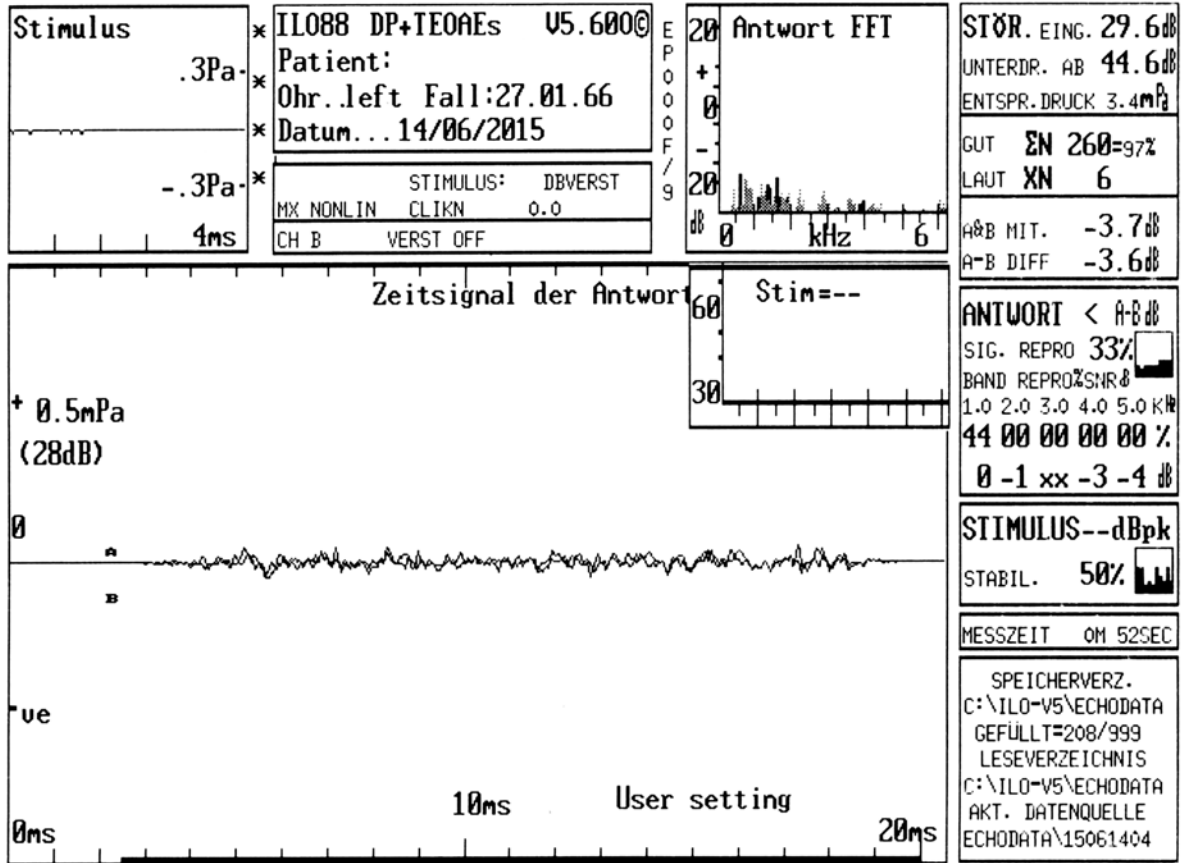
Überstehende Stöpsel

Spitze an Gehörgangswand

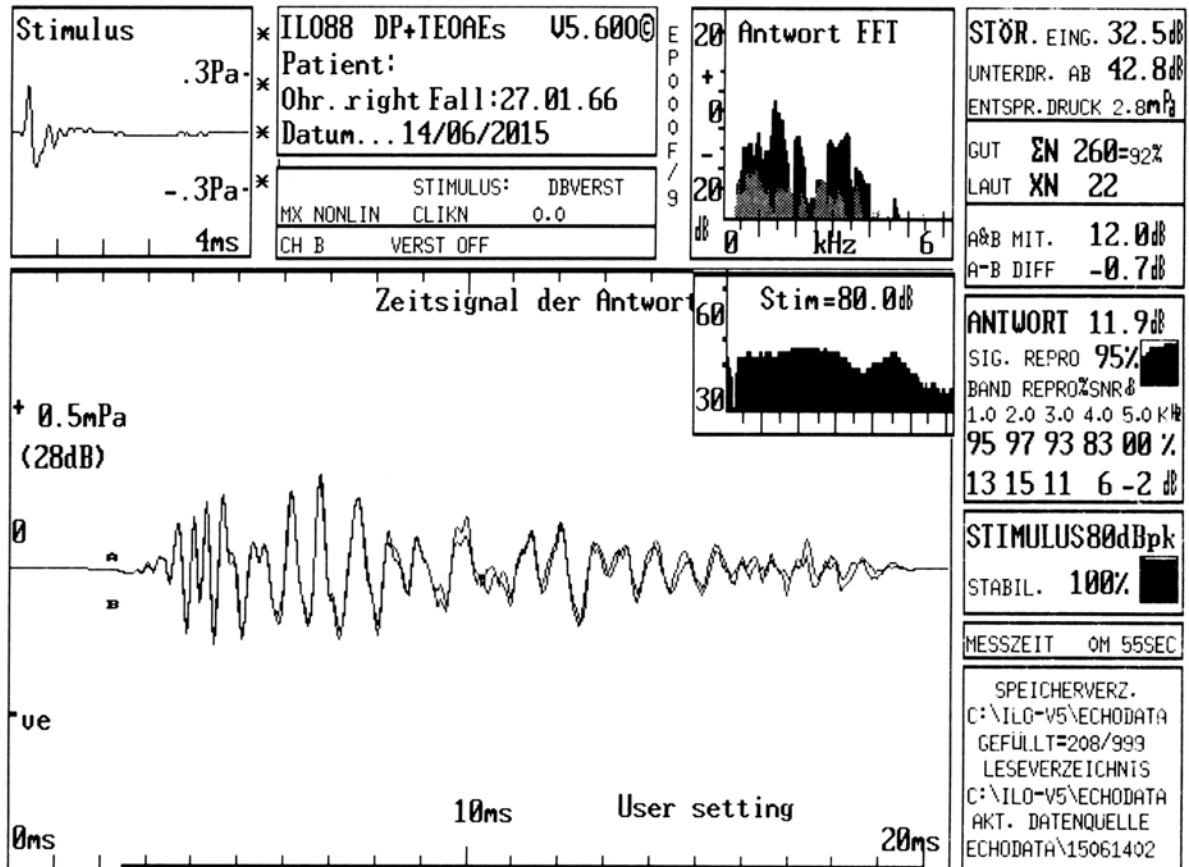
3a



3b



3c



3d

Abb. 3: Übersicht über die einzelnen Fehlermöglichkeiten beim Sondeneinsatz (3a) und konkrete Messbeispiele bei einem Probanden–  
 3b – Sonde sitzt zu locker im Gehörgang (B+C in Abb. 3a)  
 3c – Sonde sitzt an der Gehörgangswand (D in Abb. 3a)  
 3d – korrekt platzierte Sonde (A in Abb. 3a)

## 2.4. Ermittlung des vulnerablen Innenohres

Zur Ermittlung der Häufigkeit des Vorkommens eines vulnerablen Innenohres wurden folgende Überlegungen angestellt, um entsprechende Zusatzuntersuchungen durchzuführen:

1. Es sollte die Hypothese geprüft werden, ob Schwerhörige mit moderater Lärmexposition (75 – 85 dB, Gruppe 2 in Tabelle 1) häufiger ein vulnerables Innenohr aufweisen als Normalhörende gleichen Alters und Geschlechts mit moderater Lärmexposition (Gruppe 1 in Tabelle 1). Um erbliche Faktoren einer Innenohrschwerhörigkeit weitestgehend auszuschließen, wurde das Blut der Patienten dahingehend molekularbiologisch untersucht (MDC Berlin-Buch).
2. Die Berechnung des minimalen Stichprobenumfangs erfolgte für den Chi-Quadrat-Test (Werner 1992). Der als signifikant nachzuweisende Unterschied ist dabei der Literaturwert bei normalhörenden Probanden von 6.2 % (nach

Plinkert et al., 1999). Umso größer dieser Unterschied angenommen wird, desto weniger Probanden werden benötigt, um ihn bei einem gegebenem Signifikanzniveau als signifikant nachzuweisen ( $\alpha < 0.1$ ).

Die konkreten Berechnungen ergaben sich wie folgt:

$$n = \left( \frac{u_{1-\alpha/2} \cdot \sqrt{2 \cdot \bar{p} \cdot \bar{q}} + u_{1-\beta} \cdot \sqrt{p_1 \cdot q_1 + p_2 \cdot q_2}}{|\Delta|} \right)^2 + \frac{2}{|\Delta|}$$

$$\text{mit } \bar{p} = \frac{p_1 + p_2}{2} \text{ und } q_1 = 1 - p_1; q_2 = 1 - p_2; \bar{q} = 1 - \bar{p} \quad \Delta = p_2 - p_1$$

$p_1$  = Anteil vulnerabler Innenohren in einer Normalpopulation (nach Plinkert et al. 1999)

$p_2$  = angenommener Anteil vulnerabler Innenohren

$\alpha$  = Fehler erster Art

$\beta$  = Fehler zweiter Art

Der benötigte Stichprobenumfang bei der jeweiligen angenommenen Erfolgsrate kann aus der folgenden Tabelle abgelesen werden (Tab. 1):

Tab. 1: Musterberechnungen zur Größe des Stichprobenumfangs zur Ermittlung des „vulnerablen Innenohres“

p1	p2	p <sub>-</sub>	q <sub>-</sub>	$\alpha$	$\beta$	1- $\alpha/2$	1- $\beta$	u(1- $\alpha/2$ )	u(1- $\beta$ )	n Gesamt	Grup- pe 1	Grup- pe 2
0,062	0,2	0,131	0,869	0,1	0,1	0,95	0,9	1,6449	1,2816	115,0	7,1	23,0
0,062	0,3	0,181	0,819	0,1	0,1	0,95	0,9	1,6449	1,2816	51,3	3,2	15,4
0,062	0,4	0,231	0,769	0,1	0,1	0,95	0,9	1,6449	1,2816	30,6	1,9	12,3
0,062	0,5	0,281	0,719	0,1	0,1	0,95	0,9	1,6449	1,2816	20,7	1,3	10,3
0,062	0,65	0,356	0,644	0,2	0,2	0,9	0,8	1,2816	0,778	8,2	0,5	5,3
0,062	0,7	0,381	0,619	0,1	0,1	0,95	0,9	1,6449	1,2816	11,0	0,7	7,7
0,062	0,8	0,431	0,569	0,1	0,1	0,95	0,9	1,6449	1,2816	8,3	0,5	6,7
0,062	0,9	0,481	0,519	0,1	0,1	0,95	0,9	1,6449	1,2816	6,3	0,4	5,7
0,062	1	0,531	0,469	0,1	0,1	0,95	0,9	1,6449	1,2816	4,6	0,3	4,6

Es wurden zunächst insgesamt 8 Probanden aus der Gruppe B, untersucht. Dazu wurde eine Beschallung mit weißem Rauschen (5 min, 95 dB über Kopfhörer) durchgeführt. Vor der Beschallung wurden ein otoskopischer Befund erhoben, die RTA-Schwellen ermittelt sowie die DPOAE und die TEOAE gemessen. Über die gesamte Postbeschallungszeit (5, 20, 40 min) wurden fortlaufend TEOAE- und DPOAE-Ableitungen an beiden Ohren durchgeführt. Als wichtigstes audiometrisches Kriterium eines vulnerablen Innenohres wurde der Nachweis eines RTA-Schwellenschwundes größer als 10 dB im Frequenzbereich zwischen 1 und 8 kHz (verlängerte TTS 5 min nach Ende der Beschallung) herangezogen. Als Kriterien bei

den OAE-Untersuchungen für das Vorliegen eines vulnerablen Innenohres wurden (nach Plinkert et al. 1995) Amplitudenreduktionen um mindestens 4 dB angenommen. Abschließend erfolgte in gleicher Weise die Untersuchung von 8 Probanden der Gruppe A (s.u.).

## 2.5. Erfassung der Lärmparameter

Die Ermittlung der Lärmexposition erfolgte entweder mittels computergestütztem Interview (Anlage B1) oder durch Auswertung des einschlägigen Lärmkatasters im Unternehmen, aus dem der Proband rekrutiert wurde (TAD-Aufzeichnungen).

Es wurden zwei vollständige Datensätze (Gruppen A und B) erstellt, bei denen subjektiv - bestimmt aus dem Stimmaufwand nach DIN ISO 9921/1 - und objektiv - bestimmt aus Katalogwerten, den im Interview beschriebenen Randbedingungen und vorhandenem Ingenieurwissen folgende Lärmpegel ermittelt wurden:

- äquivalenter Dauerschallpegel für die tatsächliche tägliche Arbeitszeit  $L_{eqT}$  (entnommen aus den vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Schallpegelberechnungen für mehr als 3.000 Arbeitsplätze innerhalb der NaRoMI-Studie (Kersten et al., 2004))
- Impulszuschlag  $K_I$
- Tonzuschlag  $K_T$
- Tages-Beurteilungspegel (unter Einbeziehung von  $K_I$  und/oder  $K_T$ )
 
$$L_{rd} = L_{eqT} + K_I + K_T + 10 \lg \frac{T}{T_r} \text{ dB}$$
- 10-Jahres-Mittelungspegel

Für Arbeitsplätze, an denen Gehörschutz (GS) getragen wurde zusätzlich:

- Schalldämmung des GS
- entsprechend der GS-Dämmwirkung und der Tragezeit korrigierter Tages-Beurteilungspegel
- entsprechend der GS-Dämmwirkung und der Tragezeit korrigierter 10-Jahres-Mittelungspegel.

## 2.6. Statistische Auswertung

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte unter folgenden Gesichtspunkten:

- frequenzspezifische Auswertung der reintonaudiometrischen Hörschwellen und Korrelation mit den Altersgruppen, Korrelation der ermittelten Lärmexposition, mit den Hörschwellen und den OAE-Meßparametern.
- Korrelation der TEOAE-Messungen mit dem RTA.
- Korrelation der DPOAE-Messungen (Antwort im DP-Gram außerhalb des Rauschens (+2SD) (dichotom nominalskaliert) ) mit der RTA

Dazu wurden folgende statistischen Einzelschritte vorgenommen:

1. Die Messergebnisse wurden zunächst mit Hilfe von Boxplots auf Ausreißer und Extremwerte hin überprüft. Weder Extremwerte noch Ausreißer wurden allerdings aus der Analyse ausgeschlossen (genauere Angaben siehe 3.1).

2. Alle erhobenen Parameter wurden daraufhin untersucht, ob das Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf die RTA- und OAE-Messungen hatte. Nachdem die Verteilungsform der Daten mit Hilfe des 1-Stichproben Kolmogoroff-Smirnoff-Test festgestellt wurde, ist entsprechend ein U- bzw. t-Test durchgeführt worden.
3. Zur Überprüfung der Vorhersagbarkeit von Tonaudiogrammen aus OAE-Ergebnissen wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt. Nach der Ermittlung der besten Kurvenanpassung (linear/nicht linear) wurde eine multiple Regression unter Verwendung der rückwärtigen Ausschlussmethode berechnet.
4. Um einen generellen Zusammenhang zwischen RTA- und OAE - Messungen zu untersuchen, wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Aufgrund der dichotomen Struktur der DPOAE-Daten wurde dabei eine Rangkorrelation nach Spearman berechnet und zweiseitig auf Signifikanzen geprüft.
5. Mit Hilfe einer Varianzanalyse wurden Mittelwert-Unterschiede ermittelt, d.h. die mögliche Unterschiedlichkeit der Versuchspersonen hinsichtlich der OAE/RTA-Messparameter (abhängige Variable) wurde auf den objektiv ermittelten 10-Jahres-Mittelungspegel (bzw. seine durch Gehörschutz korrigierte Version) als unabhängige Variable (Lmobj/LmGHS) zurückgeführt. Dazu wurden die Probanden zunächst anhand ihrer erfahrenen Lärmpegel (Lmghs und Lmobj) gruppiert ( $\leq 75$  dB Gruppe 1,  $> 75$  dB  $\leq 80$  dB Gruppe 2,  $> 80$  dB  $\leq 85$  dB Gruppe 3 und  $> 85$  dB Gruppe 4). Für die statistische Analyse wurde bei den normalverteilten Parametern mit homogenen Varianzen (Frauen: Band SNR 1; 2; 3; 4 kHz und TEOAE-Antwort in dB; Männer: Band SNR 1 + 2 kHz und TEOAE-Antwort in dB) die multivariate Varianzanalyse (d.h. parametrisch) verwendet. Vorher wurde die Verteilungsform der Daten mit Hilfe des 1-Stichproben Kolmogoroff-Smirnoff-Test und die Gleichheit der Varianzen mit dem Levene- Test überprüft. Als Post-Hoc-Test wurde der Scheffe-Test gewählt. Die nicht normalverteilten Parameter wurden einem Mittelwertvergleich (Kruskal-Wallis-Test, d.h. nicht-parametrisch) unterzogen.
6. Die Bedeutung der RTA- bzw. OAE-Parametern für die Lärmbelastungsgruppenzugehörigkeit (Lmghs bzw. Lmobj) wurde mit Hilfe der Diskriminanzanalyse untersucht. Dabei wurde mit der allgemeinen Einschlußmethode gearbeitet.
7. Welche OAE-Parameter sich zwischen den normalhörenden (Gr. A) und schwerhörigen (Gr. B) Probanden signifikant unterscheiden, wurde entsprechend den Ergebnissen des Tests auf Normalverteilung (1-Stichproben Kolmogoroff-Smirnoff-Test) mit dem U- bzw. t-Test überprüft.

Als statistisches Auswertprogramm wurde durchgehend SPSS (10.0) verwendet. Das Signifikanzniveau lag für alle Analysen bei  $p < 0,05$ . Eine Liste der Variablennamen und Labels einschließlich Erläuterungen befindet sich im Anhang (B2).

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Erhebung der Messdaten und Datenaufarbeitung

Die audiometrischen Messdaten wurden vor Ort (im ukb oder beim Werksärztlichen Dienst der DaimlerChrysler AG) erhoben und in eine Datenbank (SPSS 10.0) übertragen. Dabei wurden Ausreißer mit Hilfe von Boxplots ausgeschlossen. Die Qualität und Reproduzierbarkeit der reintonaudiometrischen Untersuchungen wurde durch den hohen personellen Fachstandard (MTA-F) nachweislich gesichert und die OAE-Ableitungen wiesen (s.o.) ebenfalls eine gleichbleibend hohe Reproduzierbarkeit bei Wiederholungsmessungen bei geringem Hintergrundrauschen auf.

Insgesamt wurden 594 Ohren in die Studie eingeschlossen. Davon waren 226 weiblich und 368 männlich. In der Gruppe A befanden sich 318 Ohren. 172 weibliche und 146 männliche. Die Gruppe B enthielt 276 Ohren, wovon 54 auf weibliche und 222 auf männliche Probanden entfielen.

Die statistischen Maßzahlen Mittelwert, Minimum, Maximum, Median, Standardabweichung und Schiefe befinden sich für alle Messgrößen im Anhang A0. Es ergaben sich folgende Auffälligkeiten:

Gruppe A:

- Band Repro bei 3 kHz, 4 kHz und 5 kHz: sehr große Differenz (größer 10) zwischen Mittelwert und Median
- Band Repro bei 2 kHz und alle DPOAE bis auf 1 kHz: sehr großer Schiefe-Wert (Betrag größer als 3)

Gruppe B:

- Band Repro in allen Frequenzen sehr große Differenz (größer 10) zwischen Mittelwert und Median
- TEOAE-Stimulus und alle DPOAE bis auf 1 kHz: sehr großer Schiefe-Wert (Betrag größer 3)

Eine Reihe von Messgrößen wies eine große Anzahl an Ausreißern auf. Dies betraf vor allen Dingen die Messgröße Band-Repro bei 4 kHz und 5 kHz für die männlichen Probanden der Gruppe B, aber auch etliche OAE-Parameter der Gruppe A.

Trotzdem wurden Ausreißer und Extremwerte im Datensatz belassen. Das konnte damit begründet werden, dass eine derartige Datenreduktion nicht sinnvoll gewesen wäre.

Alle Ohren der Gruppe A waren normalhörend per Definition in 2.1. Die Differenz zwischen dem mittleren Hörvermögen (Mittelwert des Hörvermögens in Luftleitung bei 2, 3 und 4 kHz) des linken und rechten Ohres der Gruppe A war durchweg kleiner oder gleich 15 dB.

54 Ohren (36 rechte, 18 linke, davon 43 männlich, 11 weiblich) der 276 Ohren in Gruppe B entsprachen nicht dem Kriterium „innenohrschwerhörig“. Die Hörschwelle dieser Ohren war gleich oder besser  $H_{0,1}$  der Datenbasis A nach ISO 1999. Bei 50 dieser 54 Ohren lag die Hörschwelle unterhalb des für die Gruppe A definierten Wertes. Es handelte sich um eine Funktionseinschränkung des Innenohres, sie war aber nicht so stark ausgeprägt wie beim schlechter hörenden Ohr. Die übrigen 4



Ohren waren allerdings per Definition in 2.1 eindeutig normalhörend (siehe Anhang A0). Alle 54 Ohren hätten aus der Gruppe B eliminiert und aus der Analyse ausgeschlossen werden müssen. Dies wurde versehentlich versäumt und ergab sich aus den Kriterien unter 2.1 (nur ein Ohr musste schlechter als  $H_{0,1}$  der Datenbasis A (ISO 1999) sein). So wurden irrtümlich Probanden und nicht einzelne Ohren entsprechend ihres Hörvermögens klassifiziert. Für Zusammenhangsanalysen zwischen den audiometrischen Daten (Korrelation, Regression) ist der Einschluss dieser 54 Ohren wahrscheinlich nicht problematisch (siehe Diskussion). Die Ergebnisse der Mittelwertvergleiche, der Varianzanalysen und der Diskriminanzanalysen werden aber vermutlich durch diese Vorgehensweise in nicht unerheblichem Maße beeinflusst. Da eine nochmalige Berechnung im Berichtszeitraum nicht mehr zu realisieren war, werden die Ergebnisse trotz ihrer in diesem Punkt eingeschränkten Qualität beschrieben.

Bei 18 der 138 Probanden der Gruppe B betrug der Unterschied zwischen dem mittleren Hörvermögen des rechten und des linken Ohres mehr als 15 dB (siehe Anhang A0). Bei sechs dieser 18 Probanden entsprach das besser hörende Ohr nicht den Kriterien der Gruppe B. Diese Ohren hätten aus der Analyse ausgeschlossen werden müssen. Dies wurde versäumt (siehe oben). Die besser hörenden Ohren der übrigen 12 Probanden konnten in der Gruppe B verbleiben, da ihr Hörvermögen den Kriterien der Gruppe B entsprach.

Bei einer beträchtlichen Anzahl von Ohren war in mindestens einer Frequenz die Knochenleitungs-Hörschwelle um 10 dB oder mehr als 10 dB besser als die Luftleitungs-Hörschwelle (54 Ohren Gruppe A, 109 Ohren Gruppe B). Dies wurde als übliche messtechnische Toleranz angesehen. Deshalb wurden nur die Ohren gesondert betrachtet, die unter Berücksichtigung der Frequenz 8 kHz eine Luftleitungs-Knochenleitungs-differenz größer als 10 dB aufwiesen (siehe Anhang A0). Bei diesen Probanden konnte eine Mittelohrschwerhörigkeit ausgeschlossen werden. Die Ohren wurden in der jeweiligen Gruppe belassen.

Die Verteilung der Ohren (vollständiger, nicht selektierter Datensatz) auf die Alters- bzw. Lärmgruppen sind den Tabellen 2a / 2b zu entnehmen.

Tab. 2a: Verteilung der untersuchten Ohren (n) auf die Alters- bzw. Lärmbelastungsgruppen in Gruppe A (normalhörend).

(Altersgruppen: Gr. 1: <30 J., Gr. 2: 30-39 J., Gr. 3: 40-49 J., Gr. 4: 50-60 J.; Lärmbelastungsgruppen: Gr. 1:  $\leq 75$  dB, Gr. 2:  $>75$  &  $<80$  dB; Gr. 3: 80-85 dB,  $>85$  dB), in Klammern m/w = männlich/weiblich.

Gruppe	Alter (m/w)	Lmghs (m/w)	Lmobj (m/w)
1	26/52	94/152	92/152
2	40/44	28/14	16/14
3	48/46	14/6	16/6
4	32/30	10/0	22/0

Tab. 2b: Verteilung der untersuchten Ohren (n) auf die Alters- bzw. Lärmbelastungsgruppen in Gruppe B (innenohrschwerhörig). (Altersgruppen: Gr. 1: <30 J., Gr. 2: 30-39 J., Gr. 3: 40-49 J., Gr. 4: 50-60 J.; Lärmbelastungsgruppen: Gr. 1:  $\leq 75$  dB, Gr. 2:  $>75$  &  $<80$  dB; Gr. 3: 80-85 dB,  $>85$  dB), in Klammern m/w = männlich/weiblich.

Gruppe	Alter (m/w)	Lmghs (m/w)	Lmobj (m/w)
1	44/14	88/46	20/46
2	46/20	34/4	32/4
3	56/12	34/4	34/4
4	76/8	66/0	136/0

### 3.2. Einfluss des Geschlechts der Probanden auf die Messparameter

Der u- bzw. t-Test ergaben, dass das Geschlecht der Probanden einen signifikanten Einfluss auf die meisten erhobenen audiometrischen Parameter hatte (Anlage A1). Deshalb wurden alle weiteren statistischen Analysen geschlechtsspezifisch durchgeführt. Die Mittelwertvergleiche und die Varianzanalysen wurden zusätzlich für Männer und Frauen gemeinsam berechnet.

### 3.3. Resultate der Regressionsanalysen

Bei der Beschreibung der Funktion zwischen Tonaudiometrie und den jeweiligen TEOAE- bzw. DPOAE-Parametern zeigte die quadratische Regression eine marginal bessere Anpassung als die lineare Regression (Bestimmtheitsmaß  $R^2$  durchschnittlich um 0,03 höher). Aufgrund von negativen Werten in der abhängigen Variablen (RTA in LL + KL) wäre zur Durchführung der quadratischen Regression eine Transformation der Daten in den positiven Zahlenbereich mit der damit verbundenen erschwerten Interpretation der Daten und Ergebnisse erforderlich gewesen. Der geringe Unterschied im Bestimmtheitsmaß rechtfertigte diesen Aufwand nicht. Somit wurde sich für die lineare Regression entschieden (Anlage A2).

Die Übersicht in den Tabellen 3 a, b und 4 a, b fasst die Ergebnisse der multiplen Regression mit rückwärtiger Ausschlussmethode zusammen. Die rückwärtige Ausschlussmethode wurde eingesetzt, da sich auf diese Weise Scheinkorrelationen ausschließen ließen, da immer der kleinste, partielle Korrelationskoeffizient zum Ausschluss führt, sofern der Regressionskoeffizient nicht signifikant ist.

Tab. 3a:

Analyse der männlichen Probanden der Gruppe A mit Hilfe der multiplen Regression bei Durchführung der RTA in KL/LL (x = ausgeschlossene Variable;  $R^2$ -sign = Bestimmtheitsmaß des letzten Modell-Berechnungsschrittes (Regressionsmodell insgesamt signifikant)).

Luftleitung	$R^2$ -(sign)	Band Repro	Band SNR	DPOAE
1 kHz	0,05	x		x
2 kHz	0,00	x	x	x
3 kHz	0,07		x	x
4 kHz	0,05	x		x

Knochenleitung	$R^2$ -(sign)	Band Repro	Band SNR	DPOAE
1 kHz	0,00	x	x	x
2 kHz	0,00	x	x	x
3 kHz	0,04		x	x
4 kHz	0,02	x		x

Tab. 3b:

Analyse der männlichen Probanden der Gruppe B mit Hilfe der multiplen Regression bei Durchführung der RTA in KL/LL (x = ausgeschlossene Variable;  $R^2$ -sign = Bestimmtheitsmaß des letzten Modell-Berechnungsschrittes (durchgehend signifikant Bestimmtheitsmaß des letzten Modell-Berechnungsschrittes (Regressionsmodell insgesamt signifikant)).

Luftleitung	$R^2$ -(sign)	Band Repro	Band SNR	DPOAE
1 kHz	0,17	x		x
2 kHz	0,38		x	
3 kHz	0,28	x		x
4 kHz	0,34		x	x

Knochenleitung	$R^2$ -(sign)	Band Repro	Band SNR	DPOAE
1 kHz	0,17	x		
2 kHz	0,36		x	
3 kHz	0,27	x		x
4 kHz	0,37		x	

Tab. 4a:

Analyse der weiblichen Probandinnen der Gruppe A mit Hilfe der multiplen Regression bei Durchführung der RTA in KL/LL (x = ausgeschlossene Variable;  $R^2$ -sign = Bestimmtheitsmaß des letzten Modell-Berechnungsschrittes (Regressionsmodell insgesamt signifikant)).

Luftleitung	$R^2$ -(sign)	Band Repro	Band SNR	DPOAE
1 kHz	0,02	x		x
2 kHz	0,07		x	x
3 kHz	0,04	x		x
4 kHz	0,00	x	x	x

Knochenleitung	$R^2$ -(sign)	Band Repro	Band SNR	DPOAE
1 kHz	0,00	x	x	x
2 kHz	0,05		x	x
3 kHz	0,03	x		x
4 kHz	0,00	x	x	x

Tab. 4b:

Analyse der weiblichen Probandinnen der Gruppe B mit Hilfe der multiplen Regression bei Durchführung der RTA in KL/LL (x = ausgeschlossene Variable;  $R^2$ -sign = Bestimmtheitsmaß des letzten Modell-Berechnungsschrittes (Regressionsmodell insgesamt signifikant)).

Luftleitung	$R^2$ -(sign)	Band Repro	Band SNR	DPOAE
1 kHz	0,34		x	
2 kHz	0,46		x	x
3 kHz	0,12	x		x
4 kHz	0,12	x		x

Knochenleitung	$R^2$ -(sign)	Band Repro	Band SNR	DPOAE
1 kHz	0,33		x	
2 kHz	0,48		x	x
3 kHz	0,14		x	x
4 kHz	0,08	x		x

### 3.4. Resultate der Korrelationsanalysen

Im Rahmen der Korrelationsanalysen ergab sich als wichtigste Erkenntnis, dass alle Parameter der RTA signifikant mit denen der TEOAE (Band Repro und Band SNR) bzw. DPOAE-Messungen (umcodierter DP) in den korrespondierenden Frequenzen korrelierten *bis auf die folgenden Ausnahmen:*

- Bei Analyse aller Probanden: 4 kHz (DPOAE) zu RTA (KL/ LL) (Anmerkung: auch bei 1, 2 und 3 kHz ergab sich ein sehr niedriger Korrelationskoeffizient von max. 0,22)
- Bei Analyse der Gr. A: DPOAE (in allen Frequenzen) zu RTA (KL/ LL), Band Repro und SNR (1, 2 kHz) zu RTA (KL), Band Repro und SNR (2 kHz) zu RTA (LL)
- Bei Analyse der Gr. B: DPOAE (3, 4 kHz) zu RTA (KL/ LL) (Anmerkung: auch bei 1, 2 kHz sehr niedriger Korrelationskoeffizient – ca. 0,2)

Die Ergebnisse der geschlechtsspezifischen Korrelationsanalysen getrennt nach Gruppe A und Gruppe B einschließlich exemplarischer Streudiagramme befinden sich im Anhang 3. Hierbei ergaben sich hinsichtlich der signifikanten Korrelation folgende Ausnahmen:

- Gr A Männer: Band Repro 1 bis 3 kHz zu RTA (KL), Band SNR 2 + 3 kHz zu RTA (LL), Band SNR 1 bis 4 kHz zu RTA (KL), DPOAE 1 bis 4 kHz zu RTA (LL/KL)
- Gr A Frauen: Band Repro 2 + 4 kHz zu RTA (LL), Band Repro 1 bis 4 kHz zu RTA (KL), Band SNR 1; 2 und 4 kHz zu RTA (LL/KL), DPOAE 1 bis 3 kHz zu RTA (LL), DPOAE 1 bis 4 kHz zu RTA (KL)
- Gr B Männer: DPOAE 3 und 4 kHz zu RTA (LL/KL)
- Gr B Frauen: Band SNR 3 kHz zu RTA (LL), Band SNR 3 + 4 kHz zu RTA (KL), DPOAE 2 bis 4 kHz zu RTA (LL/KL)

Die Ergebnisse der Männer und Frauen unterschieden sich in beiden Gruppen hauptsächlich in Bezug auf die TEOAE-Messungen. Bei den DPOAE-Werten konnte in der Gruppe A nur bei den Frauen und nur in einer Frequenz eine signifikante Korrelation nachgewiesen werden. Die Korrelation der OAE-Parameter mit den Ergebnissen der RTA war in Gruppe B deutlich besser als in Gruppe A.

Insgesamt waren die Korrelationskoeffizienten sehr klein. Negative Koeffizienten mit einem Betrag größer 0,4 ergaben sich lediglich für die Gruppe B:

Frauen:

- Band Repro mit RTA Luftleitung bei 2, 3 und 4 kHz
- Band Repro mit RTA Knochenleitung bei 1, 2 und 4 kHz
- Band SNR mit RTA Luftleitung bei 2 kHz
- Band SNR mit RTA Knochenleitung bei 2 kHz

Auffällig war, dass nicht nur die korrespondierende Frequenz, sondern auch die benachbarten Frequenzen einen relativ hohen Korrelationskoeffizienten für den linearen Zusammenhang zwischen OAE und RTA aufwiesen.

Männer:

In Gruppe B ergaben sich negative signifikante Korrelationskoeffizienten mit einem Betrag größer als 0,4 für den linearen Zusammenhang zwischen BandRepro bzw. Band SNR und RTA in Luft- und Knochenleitung in den Frequenzen 1, 2, 3 und 4 kHz mit Ausnahme des Zusammenhangs zwischen Band SNR und RTA in Knochenleitung bei 1 kHz.

In der Gruppe A war der Betrag aller Korrelationskoeffizienten kleiner als 0,27, sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen.

### 3.5. Einfluss der Lärmbelastung auf die einzelnen ermittelten audiometrischen Parameter

#### 3.5.1. Ergebnisse der Untersuchungen bei geschlechtsgetrennter Betrachtung

Der Einfluss der Lärmbelastung auf die einzelnen ermittelten audiometrischen Parameter wurde bei den normalverteilten Daten gleicher Varianz mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse (Faktoren jeweils GrLmghs oder GrLmobj) untersucht. Die nichtnormalverteilten Parameter wurden dem Kruskal-Wallis-Test unterzogen.

Bei den Männern unterschieden sich die Ergebnisse der TEOAE- bzw. RTA-Parameter in Abhängigkeit der erfahrenen Lärmbelastung (GrLmghs bzw. GrLmobj) meist statistisch signifikant (vgl. Tab. 5) voneinander. Bei den Frauen ergab sich ein anderes Bild. Am Deutlichsten unterschieden sich die Parameter der Band Repro in Abhängigkeit von der Lärmbelastung (Ausnahme 2 kHz). Die RTA- und die Band SNR-Parameter unterschieden sich in vielen Frequenzen nicht zwischen den Lärmbelastungs-Gruppen. Der posthoc-Test stellte fest, dass die Probanden mit Pegeln (GrLmghs und GrLmobj)  $\leq 75$  dB sich am Deutlichsten in den untersuchten Parametern von den anderen Gruppen unterschieden (Anlage A4).

Tab. 5: Ergebnisse der statistischen Untersuchung des Einflusses der Lärmbelastung auf die gemessenen audiometrischen Parameter.

	<b>GrLmghs</b>	<b>GrLmobj</b>
Frauen (signifikant)	RTA - LL 1; 6 kHz, RTA - KL 1 kHz Band Repro 1; 3; 4; 5 kHz DPOAE 6 kHz, Band SNR 1; 3 kHz, TEOAE-Antwort	RTA - LL 1; 6 kHz, RTA - KL 1 kHz Band Repro 1; 3; 4; 5 kHz Band SNR 1; 3 kHz, TEOAE- Antwort, DPOAE 6 kHz
Männer ( <b>nicht</b> signifikant)	DPOAE 1-6 kHz Band SNR 4 kHz	DPOAE 1-6 kHz
Gesamt (nicht signifikant)	DPOAE 1-6 kHz	DPOAE 1-6 kHz

### 3.5.2. Ergebnisse der Untersuchungen bei nicht geschlechtsgetrennter Betrachtung

Da sich die Parameter der Reintonaudiometrie und der DPOAE teilweise nicht signifikant zwischen den weiblichen und männlichen Probanden unterscheiden, wurden die Analysen zusätzlich nicht geschlechtsgetrennt durchgeführt. Dabei unterschieden sich ausschließlich alle DPOAE-Parameter nicht signifikant zwischen den Lärmgruppen (siehe Tabelle 5).

### 3.6. Resultate der Diskriminanzanalysen

Im Rahmen der durchgeführten Diskriminanzanalysen (Anlage A5) ergaben sich die folgenden Ergebnisse (Tab. 6).

Tab. 6a: Ausgeschlossene Variablen (geschlechtsgetrennt) bei Anwendung der allgemeinen Einschlussmethode.

	<b>GrLmghs</b>	<b>GrLmobj</b>
Frauen	DPOAE bei 3; 4 und 5 kHz	DPOAE bei 3; 4 und 5 kHz
Männer	DPOAE bei 3; 4 und 5 kHz	DPOAE bei 3; 4 und 5 kHz

Tab. 6b: Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit (geschlechtsgetrennt) bei Anwendung der allgemeinen Einschlussmethode.

	<b>GrLmghs</b>	<b>GrLmobj</b>
Frauen	85,5 %	85,5 %
Männer	64,0 %	68,9 %

### 3.7. Resultate der Mittelwertvergleiche

Nach dem Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Test) wurden mit Hilfe des t- bzw. u-Test die Ergebnisse der Parameter der Gruppe A mit denen der Gruppe B verglichen. Bei dem weiblichen Teil der Probanden unterscheiden sich alle TEOAE-Parameter statistisch signifikant zwischen Gr. A und Gr. B. Dahingegen sind alle DPOAE-Daten - mit Ausnahme der Ergebnisse bei 2 kHz - nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Gruppen A und B.

Auch bei den männlichen Probanden unterscheiden sich alle TEOAE-Parameter statistisch signifikant zwischen Gr. A und Gr. B. Außerdem sind die erhobenen DPOAE-Daten bei 1 kHz und 2 kHz statistisch signifikant unterschiedlich zwischen den Gruppen A und B. Dies gilt nicht für die Frequenzbereiche 3; 4; 5 und 6 kHz.

Da einige Parameter nicht signifikant unterschiedlich zwischen den männlichen und weiblichen Probanden waren, wurde für diese Parameter (RTA und DPOAE) die Analyse zusätzlich nicht geschlechtsspezifisch durchgeführt. Dabei wurde ein signifikanter Unterschied für alle untersuchten Parameter mit Ausnahme der DPOAE's in den Frequenzen 4; 5 und 6 kHz zwischen der Gruppe A und B nachgewiesen.

### 3.8. Ergebnisse der Zusatzuntersuchungen zur Ermittlung der Häufigkeit des Auftretens eines vulnerablen Innenohres

Im Rahmen dieser Zusatzuntersuchung wurden 8 Probanden der Gruppen A und B mit moderater Lärmexposition hinsichtlich einer erblichen Innenohrschwerhörigkeit molekularbiologisch getestet. Kein Proband zeigte eine Mutation der entsprechenden Sequenzen. Nach kurzer Lärmbeschallung konnte das Vorliegen eines vulnerablen Innenohres bei 5 Probanden nachgewiesen werden (Tab. 7a). Wie unter Punkt 2.4 beschrieben, müssten von 8 Probanden 5 ein vulnerables Innenohr aufweisen, um einen signifikanten Unterschied nachweisen zu können. Die Untersuchung wurde deshalb an normalhörenden Probanden weitergeführt. Hierbei zeigte sich, dass von 8 untersuchten Probanden zwei (2) der Gruppe A ein vulnerables Innenohr aufwiesen (Tab. 7b). Die Ergebnisse sind ausführlicher im Anhang A0 (6.) dargestellt.

Tab. 7a: Zusatzuntersuchungen zum Vorliegen eines vulnerablen Innenohres an einer repräsentativen Stichprobe der Gruppe B (n = 8).

---

	<i>Anzahl der Probanden (n = 8)</i>
TTS $\geq 10$ dB	5
davon:	
TEOAE Amplitude um mehr als 4 dB reduziert	4
DPOAE Amplitude um mehr als 4 dB reduziert	2

---

Tab. 7b: Zusatzuntersuchungen zum Vorliegen eines vulnerablen Innenohres an einer repräsentativen Stichprobe der Gruppe A (n = 8).

---

	<i>Anzahl der Probanden (n = 8)</i>
TTS $\geq 10$ dB	2
davon:	
TEOAE Amplitude um mehr als 4 dB reduziert	2
DPOAE Amplitude um mehr als 4 dB reduziert	1

---



## 4. Diskussion

Die Ausgangshypothese bei Projektbeginn bestand in der Annahme, dass eine enge Korrelation zwischen Ruhehörschwelle im RTA und OAE-Parametern besteht. Außerdem war davon auszugehen, dass sich OAE zur Früherkennung eines Lärmschadens am Innenohr bzw. zur Erkennung eines vulnerablen Innenohres gut eignen könnten.

### Deskriptive Statistik und Mittelwertvergleiche

Um zu entscheiden, ob die Analysen geschlechtsspezifisch durchzuführen waren, wurden die Mittelwerte aller gemessenen audiometrischen Größen zwischen Männern und Frauen verglichen. Der dabei festgestellte signifikante Unterschied für fast alle Parameter könnte zwei Ursachen haben: (i) eine höhere außerberufliche Lärmbelastung der Männer (Bundeswehr, Freizeitlärm etc.) oder (ii) das geringere Alter der untersuchten weiblichen Stichprobe. Die Männer waren im Durchschnitt 42 Jahre alt, die Frauen waren im Mittel 38 Jahre alt. Das Alter unterschied sich signifikant (t-Test, p-value = 0,000). Die geschlechtsspezifische Auswertung hatte den Nachteil, dass die Altersverteilung in den Gruppen A und B nicht mehr gleich war (siehe auch Tabellen 2a und 2b). Das Alter hätte somit als Kovariate in die Analysen eingehen sollen. Dies wurde allerdings in den vorliegenden Auswertungen nicht berücksichtigt. Außerdem waren die höheren Lärmbelastungs-Gruppen (größer 75 dB) für die Frauen äußerst gering besetzt, so dass die Interpretation der Ergebnisse bezüglich der Zusammenhänge mit der Lärmbelastung für die Frauen nur sehr eingeschränkt möglich war. Wären die Unterschiede zwischen der männlichen und der weiblichen Stichprobe auf das Alter zurückzuführen gewesen, hätten Männer und Frauen gemeinsam in die Analyse eingehen können. Da aber nicht eindeutig unterschieden werden konnte, ob die geschlechtsspezifischen Unterschiede auf das Alter, die Freizeit-Lärmbelastung oder andere Ursachen zurückzuführen waren, wurden trotz aller Nachteile die meisten Auswertungen für Männer und Frauen getrennt ausgeführt.

In Kapitel 3.1 wurde erläutert, dass 54 Ohren von 276 Ohren der Gruppe B (20%) nicht den Kriterien „Innenohrschwerhörig“ entsprachen. Die Analysen wurden aus Zeitgründen nicht nochmals durchgeführt. An dieser Stelle wird der Einfluss dieser Missklassifikation diskutiert:

Für die Korrelations- und Regressionsanalysen sollte es eher von Vorteil sein, wenn zum Wertebereich auch Messgrößen zwischen den zwei Extremen „Normalhörend“ und „Innenohrschwerhörig“ gehören. Wenn ein linearer Zusammenhang zwischen den Ausprägungen von RTA und OAE-Parametern existiert, ist zu erwarten, dass sich die missklassifizierten Größen dort einordnen.

Anders sieht es für alle Analysen aus, die genau auf den Vergleich der Gruppen A und B abzielen: Die Mittelwertvergleiche der audiometrischen Größen zwischen den Gruppen A und B dürften schwächer ausfallen als bei Ausschluss der falsch gruppierten Ohren. Gleiches gilt für die Diskriminanzanalysen. Der Prozentsatz vorhergesagter Gruppenzugehörigkeit wäre vermutlich größer bei Ausschluss der 54 Ohren. Die Ergebnisse der Varianzanalysen fallen eventuell schwächer aus (größere p-values), da der Hörverlust mit großer Wahrscheinlichkeit lärmbedingt ist und dieser Einfluss wegen des Einschusses des besser hörenden Ohres geringer wird.

Die Gruppen A und B (Männer und Frauen zusammen) wiesen eine annähernd gleiche Altersstruktur auf (Tabellen 2a und 2b). Es war daher anzunehmen, dass eventuelle Unterschiede in den statistischen Maßzahlen beider Gruppen nicht altersbedingt waren. Insofern war es sinnvoll, zunächst über nicht geschlechtsspezifische Mittelwertvergleiche zu testen, ob die zu erwartenden MW-Unterschiede in der RTA auch in den OAE-Parametern zu finden waren. Für die DPOAE's in den höheren Frequenzen (4; 5 und 6 kHz) war dies nicht der Fall. Dies hätte man als einen ersten Hinweis darauf werten können, dass die DPOAE's eventuell nicht sehr stark mit den RTA-Schwellen zusammenhängen. Andererseits konnte der Mittelwertvergleich auch wegen des Einschlusses der falsch gruppierten Ohren schwächer ausgefallen sein (größere p-Werte), so dass diesem Ergebnis keine allzu große Bedeutung beizumessen war.

### **Zusammenhänge zwischen Reintonaudiogrammen und OAE-Parametern**

#### *Korrelationsanalysen*

Für den Nachweis eines starken linearen Zusammenhanges zwischen zwei Größen ist ein sowohl ein möglichst großer als auch ein signifikanter Korrelationskoeffizient erforderlich. Bei großen Stichproben wird der Korrelationskoeffizient, wenn er noch so klein ist, fast immer signifikant. Das sagt noch nichts über die Stärke des linearen Zusammenhangs aus.

Der lineare Zusammenhang zwischen den in dieser Studie ermittelten RTA – und OAE-Parametern war sehr schwach. Die Korrelationskoeffizienten waren zwar fast durchgehend signifikant, aber sehr klein. Ein etwas stärkerer linearer Zusammenhang war noch am ehesten in der Gruppe B zu erkennen, und zwar bei Männern für die OAE-Parameter Band Repro und Band SNR und bei Frauen für die OAE-Parameter Band Repro.

Bei getrennter Berechnung für A und B ergaben sich durchweg kleinere Koeffizienten für die normal hörende Gruppe A (Männer: Koeffizienten  $< 0,07$  Frauen: Koeffizienten  $< 0,2$ ). Dies könnte sich daraus erklären, dass der Wertebereich der RTA bei der Gruppe A wesentlich enger war als bei der Gruppe B. Wegen der Forderung nach Normalhörigkeit war die Hörschwelle auf den schmalen Bereich kleiner als das 50% - Perzentil der ISO 1999 bis extrem gut hörend begrenzt. Für die Gruppe B bestand die Forderung, dass die Hörschwelle größer als 10% - Perzentil war. Die Hörschwelle konnte also weit nach unten abgewandert sein, was den Wertebereich nach unten (zu größeren RTA-Werten) beliebig erweitern konnte. Außerdem waren 54 Ohren falsch gruppiert, was zu einer Ausdehnung des Wertebereiches für die Hörschwellen auch nach oben führte.

Der enge Zusammenhang mit Messgrößen benachbarter Frequenzen scheint plausibel, weil singuläre, frequenzspezifische Veränderungen der Hörschwelle – jenseits der c5-Senke – nicht beim Menschen vorkommen und auch unter pathophysiologischen Bedingungen nicht induzierbar sind (Pfander 1975; Dieroff 1994).

## Regressionsanalysen

### Männer:

In der Gruppe A fanden sich keine akzeptablen Bestimmtheitsmaße. Zudem wurden die Ergebnisse der DPOAE-Messungen in allen Frequenzen aus der Gleichung ausgeschlossen. Insgesamt lässt das auf einen geringen Zusammenhang der OAE mit der RTA schließen (Tab 3a).

Gerade noch akzeptable Bestimmtheitsmaße (0,3 - 0,4 ) fanden sich in Gruppe B für die OAE-Größen zur RTA in LL und KL von 2 kHz bis 4 kHz (Tab 3b). Das Ergebnis korrespondierte mit den oben diskutierten größeren Korrelationskoeffizienten für die Gruppe B. Für die Bestimmung der RTA in Luftleitung wurden die DPOAE-Parameter am häufigsten aus der Gleichung ausgeschlossen. Nur für 2 kHz wurde auch dieser herangezogen, obwohl der Korrelationskoeffizient relativ klein war. Der Beitrag zur Erklärung der Varianz war offenbar immer noch groß genug, um die Variable ins Modell zu nehmen. Im Gegensatz dazu wurde für die Vorhersage der RTA in Knochenleitung die Band SNR bei 2 kHz und 4 kHz ausgeschlossen. Dafür wurde die DPOAE bei diesen beiden Frequenzen in das Modell genommen, obwohl der Korrelationskoeffizient bei 2 kHz für den DPOAE-Parameter nur halb so groß war wie für die Band SNR und für 4 kHz nicht einmal signifikant war. Diese Ergebnisse lassen sich schwer interpretieren. Für die RTA-Parameter in LL und KL bei 1 kHz war das Bestimmtheitsmaß zu gering (0,17), um von einem akzeptablen Vorhersagemodell zu sprechen.

### Frauen:

Auch bei den Frauen ergaben sich in der Gruppe A keine akzeptablen Bestimmtheitsmaße. Außerdem wurden auch hier die DPOAE Parameter bei allen Frequenzen aus dem Modell ausgeschlossen.

Im Unterschied zu den Männern zeigten sich bei den Frauen in der Gruppe B gerade noch akzeptable Bestimmtheitsmaße von 0,3 bis 0,5 für die RTA-Parameter in LL und KL bei den tieferen Frequenzen (1 kHz und 2 kHz). Die Bestimmtheitsmaße bei 3 kHz und 4 kHz lagen alle unter 0,15. Die durchweg größeren Bestimmtheitsmaße in Gruppe B korrespondierten, wie bei den Männern, mit den oben diskutierten größeren Korrelationskoeffizienten für diese Gruppe.

Durchweg wurde die Band Repro zur Bestimmung der RTA bei 1 und 2 kHz verwendet. Die Band SNR wurde in beiden Frequenzen ausgeschlossen, vermutlich weil die Band SNR sehr hoch mit der Band Repro korrelierte (Korrelationskoeffizienten  $> 0,97$ ), aber im Vergleich mit der Band Repro etwas weniger stark mit der RTA zusammenhing.

Die DPOAE-Parameter wurden nicht zur Bestimmung der RTA bei 2 kHz verwendet, vermutlich deshalb, weil die Korrelationskoeffizienten sehr klein waren (Korrelationskoeffizienten  $< 0,09$ ).

## **Bedeutung der Lärmbelastung für die Ausprägung der audiometrischen Messgrößen**

### *Varianzanalysen*

Männer:

Die Unterschiedlichkeit der Versuchspersonen in den audiometrischen Messgrößen konnte für alle RTA-Parameter (Luft und Knochenleitungs-Hörschwellen) und alle TEOAE-Parameter (Band Repro, Band SNR und TEOAE Antwort) auf den objektiv ermittelten 10-Jahres-Mittelungspegel zurückgeführt werden. Die Unterschiede waren hoch signifikant (fast alle p-Werte = 0,000, alle p-Werte < 0,002). Die Posthoc-Tests zeigten, dass sich lediglich die am wenigsten lärmbelastete Gruppe 1 von den anderen Gruppen unterschied. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den anderen Gruppen, sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung des Tragens von Gehörschutz. Dies könnte darauf hindeuten, dass (i) ein langjährig einwirkender Beurteilungspegel oberhalb 75 dB bereits Hörminderungen verursachen kann und (ii) die Höhe der Ausprägung der Hörminderung relativ unabhängig von der Höhe des Beurteilungspegels sein könnte, sofern dieser die Schwelle von etwa 75 dB überschreitet. Die erste Aussage steht im Einklang mit dem Gehörschadensmodell der ISO 1999, das bereits für Pegel zwischen 75 dB und 80 dB Hörminderungen ausweist. Die zweite Schlussfolgerung steht im Widerspruch zum Gehörschadensmodell. Eine Ursache könnte darin liegen, dass die Gehörschutz-Tragequote von den Studienteilnehmern zu gering eingeschätzt wurde und somit die stärkere gehörschädigende Wirkung hoher Schallpegel doch durch das Tragen von Gehörschutz gemindert wurde. Außerdem ist fraglich, inwieweit die durch Befragung retrospektiv ermittelten 10-Jahres-Mittelungspegel wirklich in 5 dB Gruppen differenzieren können. Hierfür wären Kontrollmessungen an Arbeitsplätzen nötig. Außerdem war auffällig, dass die Studienteilnehmer in der am geringsten lärmbelasteten Gruppe signifikant jünger waren als in den anderen Gruppen. Insofern könnte der festgestellte Unterschied auch altersbedingt sein. Hierfür wären weitere Analysen mit alterskontrollierten Subgruppen oder mit dem Alter als Kovariate notwendig.

Im Gegensatz dazu war die Unterschiedlichkeit der Versuchspersonen hinsichtlich der DPOAE-Parameter offensichtlich nicht auf die verschiedenartige Lärmexposition zurückzuführen. Dies geht konform mit den oben diskutierten Ergebnissen der Korrelations- und Regressionssanalysen. Für die RTA-Größen war zu erwarten, dass sie mit steigender Lärmbelastung innerhalb der letzten 10 Jahre zunehmen (ISO 1999). Die gleiche Hypothese konnte für alle korrelierenden audiometrischen Größen angenommen werden, d.h. eine Zu- oder Abnahme mit steigender Lärmexposition – je nach Richtung des linearen Zusammenhanges. Da die DPOAE-Parameter eine noch geringere Korrelation mit den RTA-Daten aufwiesen als die TEOAE-Parameter, ist das unterschiedliche Ergebnis bei den Varianzanalysen plausibel.

Wurde anstelle des objektiven 10-Jahres-Mittelungspegels die gehörschutzkorrigierte Variante  $L_{mghs}$  verwendet, ergab sich eine andere Häufigkeitsverteilung in den Lärmbelastungsgruppen (siehe Tabellen 2a und 2b). Aufgrund des Tragens von Gehörschutz ordneten sich ca. 40 % der Probanden aus den hoch belasteten Gruppen 3 und 4 nun in den gering belasteten Gruppen 1 und 2 ein. Das Ergebnis der Varianzanalysen war ähnlich dem für die nicht gehörschutzkorrigierte Variante. Die p-Werte waren allerdings etwas größer (häufig 0,001 bis 0,002, manchmal bis 0,044 – siehe Anhang A4). Außerdem war das Ergebnis für die Band SNR bei 4 kHz

nicht mehr signifikant ( $p$ -Wert 0.208). Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die retrospektive Bestimmung der Lärmbelastung valide war. Leider konnten nur die zurückliegenden 10 Jahre erfasst werden. Erfahrungen mit dem Interview aus der NaRoMI-Studie (Kersten 2004) hatten gezeigt, dass die Erinnerungsfähigkeit an Details des Arbeitslebens für weiter zurück liegende Zeiten sehr lückenhaft wird. Lärmexpositionen, die mehr als 10 Jahre zurück lagen, wurden somit nicht berücksichtigt, sie hatten jedoch, falls vorhanden, vermutlich keinen allzu großen Effekt. Eventuell waren die Angaben zum Tragen von Gehörschutz nicht besonders verlässlich. Dies könnte erklären, warum die Ergebnisse unter Verwendung der gehörschutzkorrigierten Lärmvariable nicht ganz so eindeutig ausfielen.

Frauen:

Keine der an der Studie beteiligten Frauen war in den letzten 10 Jahren gegenüber Pegeln größer als 85 dB exponiert. Keine der Frauen trug Gehörschutz. Demzufolge war der objektiv ermittelte 10-Jahresmittelungspegel mit der gehörschutzkorrigierten Variante identisch. Es war somit ausreichend, nur die Ergebnisse bezüglich des  $L_{mobj}$  zu betrachten. Die Resultate der Varianzanalysen waren sehr zurückhaltend zu interpretieren, da die Lärmbelastungsgruppen oberhalb 75 dB äußerst schwach besetzt waren (siehe Tabellen 2a und 2b). In der Gruppe bis 75 dB befanden sich 198 Ohren, in der Gruppe oberhalb 75 dB bis 80 dB nur 18 Ohren und in der Gruppe oberhalb 80 dB bis 85 dB lediglich 10 Ohren.

Erwartungsgemäß zeigte sich aufgrund des vorliegenden Datenmaterials für die Frauen nur ein geringer Einfluss des Faktors Lärmbelastung auf die RTA-Größen (siehe Tabelle 5). Auf die für die Innenohr-Lärmschwerhörigkeit relevanten Hörfrequenzen von 2 bis 4 kHz hatte die Lärmbelastung gar keinen signifikanten Einfluss. Insofern waren die Ergebnisse zu den OAE-Parametern erstaunlich. Fast alle Frequenzen der Band Repro, die Band SNR bei 1 kHz und 3 kHz und immerhin eine Frequenz (6 kHz) der DPOAE wiesen einen signifikanten Einfluss der Lärmbelastung auf. Dies könnte einen Hinweis darauf geben, dass bei Frauen die OAE-Größen eher eine Frühwarnfunktion im Sinne einer zeitigen Reduzierung von OAE-Antworten bei Funktionseinschränkungen des Innenohres darstellen könnten als bei Männern. Die Posthoc-Tests zeigten die gleichen Ergebnisse wie bei den Männern. Auch hier ist kritisch anzumerken, dass die Altersverteilung in den Lärmbelastungsgruppen nicht durch Bildung von Subgruppen kontrolliert wurde und das Alter auch nicht als Kovariate verwendet wurde. Demzufolge konnte keine Aussage darüber getroffen werden, ob die Ergebnisse durch eine unterschiedliche Altersstruktur in den Lärmbelastungsgruppen beeinflusst wurden. Die Population in den höher belasteten Gruppen war durchschnittlich älter. Somit könnte die Einschränkung der Hörfunktionen eher alters- als lärmbedingt sein.

### *Diskriminanzanalysen*

Männer:

Die Ergebnisse ordneten sich in das Gesamtbild der bisher diskutierten Resultate ein. Eine Reihe von DPOAE-Parametern (bei 3, 4 und 5 kHz) hatte keine Bedeutung für die Zugehörigkeit der Probanden zu den Lärmbelastungsgruppen. Das scheint plausibel, da die Lärmbelastung in der Varianzanalyse keinen signifikanten Einfluss auf diese DPOAE-Größen zeigte. Mit den übrigen audiometrischen Größen ließ sich eine vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit von 68,9 % für den objektiv ermittelten 10-

Jahresmittelungspegel und von 64% für dessen gehörschutzkorrigierte Variante erzielen. Wiederum waren die Ergebnisse für den gehörschutzkorrigierten Pegel etwas schwächer. Die möglichen Ursachen wurden bereits oben diskutiert.

Frauen:

Die Ergebnisse waren für beide Lärmpegel identisch. Die vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit betrug 85,5% wenn die Werte der DPOAE bei 3; 4 und 5 kHz ausgeschlossen wurden. Keine Erklärung gibt es hingegen für den Einschluss der RTA-Werte in die Funktion, da kein signifikanter Einfluss der Lärmbelastung auf die meisten Frequenzen der reintonaudiometrischen Messungen nachweisbar war.

### **Schlussfolgerungen**

Langjährige Lärmbelastung scheint bei Männern zusammen mit dem Absinken der RTA-Hörschwelle zu einer Reduktion der messbaren TEOAE-Parameter, aber nicht der DPOAE-Parameter zu führen. Die Ergebnisse für die Frauen müssen aus methodischen Gründen sehr vorsichtig interpretiert werden. Es ergaben sich jedoch Hinweise darauf, dass eine moderate Lärmbelastung (zwischen 75 dB und 85 dB) bei Frauen zu einer Reduzierung der gemessenen OAE-Parameter – speziell der TEOAE - führen könnte, bevor die Hörverluste in der RTA evident werden. Es könnte lohnenswert sein, diesen Aspekt in der Forschung weiter zu verfolgen. Die Ergebnisse weisen außerdem darauf hin, dass der lineare Zusammenhang zwischen den reintonaudiometrischen Messungen und den OAE-Parametern nicht sehr stark zu sein scheint. Am ehesten ist er vermutlich bei den TEOAE-Größen im Frequenzbereich von 2 kHz bis 4 kHz zu finden. Die DPOAE-Parameter scheinen noch wesentlich geringer mit den RTA-Hörschwellen zusammenzuhängen als die TEOAE-Größen. Eine Berechnung der RTA-Hörschwelle aus den OAE-Parametern mit einem linearen Regressionsmodell lässt sich anhand der vorliegenden Daten für die Praxis noch nicht empfehlen. Hierfür bedarf es weiterer Untersuchungen.

Das wichtigste Ergebnis des gesamten Projektes besteht in der überraschenden Feststellung, dass die scheinbar enge Korrelation zwischen der reintonaudiometrisch bestimmbaren Ruhehörschwelle und den Ergebnissen der OAE-Messungen (TEOAE und DPOAE) , wie sie seit Jahren in der Literatur beschrieben wird (z.B. Hoth und Lenarz 1997), so nicht durchgehend besteht. Vereinzelt Untersuchungen hatten bereits vorher auf interindividuelle Variationen hingewiesen (Hoth 1996; Schlögel et al. 1995), aber doch nicht den Umfang der einzelnen Abweichungen vorhergesehen. So konnten in der Literatur zum einen diurnale Einflussfaktoren auf die Ausprägung der TEOAE-Amplitude nachgewiesen werden (Engdahl et al. 1994; Cacace et al. 1996), altersabhängige Veränderungen (Castor et al. 1994), in unseren Untersuchungen hatte jedoch das Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf die Messungen. Dies war bisher so in der Literatur nicht beschrieben worden, weshalb sich somit ein zusätzlicher, im Rahmen unserer Untersuchungen gewonnener Hinweis für eine lineare Korrelation zwischen RTA und OAE (TEOAE) ergibt. Die sich im Rahmen der DPOAE-Feinanalyse ergebenden Parameter sind damit nicht sinnvoll weiter verwertbar. Dies steht im Einklang mit anderen Arbeiten, die den Aspekt der schlechten Korrelation zwischen DPOAE und RTA im lärmgeschädigten Frequenzbereich hervorhoben (Attias et al. 1998) oder Longitudinalstudien zur Klärung der Einsetzbarkeit von DPOAE fordern (Marshall et al. 2001; Seixas et al.

2004) bzw. click-evozierte DPOAEs favorisieren (Attias et al. 2001). Möglicherweise sind in der Ausbildung der Lärmschwerhörigkeit modulierende, zentrale Einflüsse von größerer Bedeutung, als bisher angenommen (Basta und Ernst 2005a, b), so dass sich auf diese Weise die schlechte Korrelation der DPOAEs mit den RTA-Messungen teilweise erklären lässt.

Für die Hypothesenüberprüfung im obigen Sinne waren die Parameter BandRepro und die RTA-Meßwerte von 1 – 6 kHz von großer Bedeutung, wie sich durch unsere Untersuchungen ergab.

In unserer Untersuchung zeigte sich, dass einzig TEOAE eine schwache Korrelation zum RTA ergaben – auch im Falle der Innenohrschwerhörigkeit, wie bereits von anderen belegt (Fuse et al. 1994; Hotz et al. 1993; Hall und Lutman 1999). Dabei kommt dem nicht-linearen Stimulationsmodus – wie in unseren Untersuchungen – die führende Rolle zu (Moleti et al. 2002). Dies lässt sich durch die physiologische Entstehung der TEOAE erklären: Im Gegensatz zum „virtuellen“, von der Cochlea nach Anregung mit zwei Tönen aktiv emittierten, dritten, aber artifiziellem „Distorsionsprodukt“ (poststimulatorisch auftretend) sind TEOAE (perstimulatorisch entstehende) physiologische, akustische Signale (Zenner und Ernst 1992). Diese Biosignale sind Ausdruck der retrograden Wanderwelle, die sich im Rahmen der Frequenzdispersion entlang der Basilarmembran der Cochlea (retrograd) ausbreitet und somit im äußeren Gehörgang aufgefangen werden kann (Vinck et al. 1999). Sie korrelieren nach unseren Untersuchungen stärker als die DPOAE mit der realen Ruhehörschwelle und sind insbesondere zuverlässiger bei pathophysiologischen intracochleären Veränderungen (z.B. lärminduzierter Haarzellschaden). Da DPOAE als poststimulatorisch emittierte Signale einer stärkeren zentralnervösen Beeinflussung durch das olivocochleäre Bündel unterliegen, sind sie deutlich artefaktanfälliger, da die ototoxischen Stimuli bzw. Experimentalmodelle (z.B. Beschallung, Medikamentengabe) auch den zentralen Anteil der Hörbahn und somit die efferente Kontrolle der DPOAE – nicht aber der perstimulatorischen TEOAE – beeinflussen (Basta und Ernst 2005 a, b). Damit bestätigt unser Projekt ähnliche, frühere Befunde im Rahmen von Lärmuntersuchungen beim Menschen (Sanchez Fernandez et al. 2004; Plinkert et al. 1999), kann jedoch frühere, positive Aussagen zur Einsetzbarkeit von DPOAEs (bei kleinen Populationen !) nicht bestätigen (Mensch et al. 1993; Sutton et al. 1994). Damit müssen bislang noch existierende Hypothesen, dass ein DP-Gramm in erster Näherung einem Audiogramm entspricht bzw. dass DPOAE über mehrere Frequenzen zuverlässig den Hörverlust des Innenohres reflektieren (Lapsley Miller et al. 2004), neu überprüft werden.

Damit ergibt sich die Frage, in welchem Umfang TEOAE sich im Rahmen des vorliegenden Projektes als zuverlässiger Prädiktor/Marker der Lärmschädigung des Innenohres erwiesen haben (Plinkert et al. 1995). Generell war die lineare Korrelation zwischen TEOAE- Messungen und RTA-Hörverlusten bei den männlichen Probanden in der Gruppe B zwar schwach aber statistisch signifikant. Probanden mit einem objektiv ermittelten 10-Jahresmittelungspegel unter 75 dB zeigten ebenfalls eine klare Unterscheidung zu den höher lärmbelasteten Probanden – bei der Band SNR deutlicher als bei der Band Repro. Die Vorhersage der Gruppenzugehörigkeit in Abhängigkeit von den Mittelungspegeln (GrLmghs/GrLmobj) gelang sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Probanden bei allgemeiner Einschlußmethode unter Ausschluss der wenig aussagefähigen DPOAE-Messungen im Hauptschädigungsbereich des Innenohres (3/4/5 kHz, s.o.) relativ gut (Frauen ca. 85 %, Männer 64 – 69 %) (vgl. 3.2.6.). Damit bestätigt sich die bereits oben getroffenen Feststellung, dass TEOAE im Vergleich

zur DPOAE als aussagefähigerer, objektiver Testparameter für die Beurteilung des lärmgeschädigten Gehörs Anwendung finden sollten (Lapsley Miller et al. 2004).

Zu Beginn der Projektplanung sollten Beschallungsversuche im Rahmen der Zusatzuntersuchungen durchgeführt werden, wie sie auch bereits in der Literatur als methodisches Instrumentarium zur Identifikation des vulnerablen Innenohres beschrieben wurden. Es konnten dazu jedoch nicht die geplanten größeren Probandenserien eingesetzt werden, sondern mit Hilfe eines statistischen Vorauswahlverfahrens wurde eine repräsentative Stichprobe ausgewählt. Bei diesen insgesamt 8 untersuchten Probanden der Gruppe B wiesen 5 ein vulnerables Innenohr auf. Zusätzlich wurden 8 Probanden der Gruppe A mit moderater Lärmexposition (alters- und geschlechtsgematcht) untersucht. Dabei wiesen zwei der Untersuchten ebenfalls ein vulnerables Innenohr auf. Damit besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Populationen. In der Tendenz zeigten aber die laut Reintonaudiogramm sehr gut hörenden Personen wesentlich weniger häufig Indikationen eines vulnerablen Innenohres als die schwerhörigen Studienteilnehmer gleichen Alters und gleicher langjähriger Lärmbelastung. Dieses Ergebnis konnte zwar statistisch nicht abgesichert werden, gibt aber einen Hinweis darauf, dass Personen mit lärmbedingten Hörminderungen eventuell a priori vulnerable Ohren haben oder im Laufe der Lärmexposition entwickeln. Neben der TTS in der RTA erwiesen sich in unserem Projekt auch wieder die TEOARE (Amplitudenreduktion um 4 dB) als sensibelster Indikator, wie bereits vorher hervorgehoben (Plinkert et al. 1995). Damit ergibt sich ein wichtiger Hinweis, dass eine erhöhte, biologisch determinierte Lärmsuszeptibilität eine bedeutsame Rolle bei der Entstehung der Lärmschwerhörigkeit spielen kann. Neben der TEOAE-Amplitudenreduktion werden in der Literatur noch weitere audiometrische Methoden zur Erfassung diskutiert, z.B. die spontanen otoakustischen Emissionen, die Reflexstärke des akustiko-fazialen Reflexes bzw. die HF-Audiometrie (Sallustio et al. 1998; Veuillet et al. 2001, Dieroff et al. 1991, Nieschalk et al. 1998). Keines dieser Verfahren hat jedoch weitere praktische Verbreitung gefunden bzw. seine Zuverlässigkeit in einer größeren Serie unter Beweis gestellt.

Zusammenfassend kann aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse davon ausgegangen werden, dass eine geringe aber signifikante Korrelation zwischen der Ruhehörschwelle im RTA und den TEOAE-Veränderungen in der Amplitude und Reproduzierbarkeit besteht. Einen wichtigen Einfluss auf die OAE hat das Geschlecht und (erwartungsgemäß) das Alter, da im Alter die OAE-Amplituden allgemein abnehmen (Johansson und Arlinger 2003). Der Einfluss des Alters wurde in der vorliegenden Studie jedoch nicht untersucht. Der Einfluss des Geschlechtes ist hormonell bedingt, da Frauen in der Regel größere Amplituden bei der OAE-Ableitung aufweisen (Ismail und Thornton 2003), die sich erst nach hormonellen Veränderungen umkehren (z.B. nach Hysterektomie wegen Malignoms) (Reron et al. 2002). Ob die Amplituden der OAE-Ableitungen bei Frauen im Vergleich mit gleichaltrigen Männern größer waren, wurde in der vorliegenden Untersuchung allerdings nicht geprüft.

Allgemein scheinen sich ausschließlich TEOAE zur objektiven Bestimmung des Haarzellschadens zu eignen, DPOAEs sind vermutlich nicht mit hinreichender Wahrscheinlichkeit dafür geeignet. Die Sondenposition hat – wie Vorversuche gezeigt haben – keinen wesentlichen Einfluss auf die TEOAE-Messungen, da potentielle Artefakte gut identifizierbar sind (z.B. Anliegen der Sonde an der Haut des hinteren Gehörgangs).



Da sich im Rahmen unserer Untersuchungen die Ableitung von TEOAE als praxistaugliche, schnelle und effiziente objektive Methode zur Ermittlung der Hörfähigkeit, auch bei Lärmschwerhörigen, erwiesen hat, sollte dieser objektiven Methode – neben der RTA als „Basisdiagnostikinstrument“ - der Vorrang vor anderen audiometrischen Verfahren (z.B. überschwellige Tests) in der Beurteilung des lärmgeschädigten Gehörs gegeben werden, da die TEOAE besser reproduzierbar den Haarzellschaden anzeigen als überschwellige Tests (Dieroff 1994). Überschwellige Tests haben nur eine begrenzte Reproduzierbarkeit von 60%. Diese Empfehlung kann für die Prävention der Lärmschwerhörigkeit (BK 2301) im Rahmen der G20-Untersuchungen (Lärm III) (HVBG 2005) gegeben werden. Ob die frühzeitige Identifikation eines vulnerablen Innenohres mit der beschriebenen Methode (kurzzeitige Beschallung) möglich ist, müssen weitere Studien zeigen. Die Anwendung dieser Untersuchungsmethode für eine mögliche Risikominimierung bei Neueinstellungen von Arbeitnehmern an Lärmarbeitsplätzen scheint jedoch aufgrund ethischer Bedenken bis auf weiteres nicht in der betrieblichen Praxis umsetzbar ([www.igmetall.de/gesundheit/arbeit\\_oekologie/01\\_18\\_02.html](http://www.igmetall.de/gesundheit/arbeit_oekologie/01_18_02.html)).

## 5. Literatur

Attias, J.; Bresloff, I.; Reshef, I. ; Horowitz, G. ; Furman, V.: Evaluating noise-induced hearing loss with distortion product otoacoustic emissions. *Br J Audiol.* 32 (1998), 39-46

Attias, J.; Horowitz, G.; Al-Hatib, N.;Nageris, B.: Detection and clinical diagnosis of noise-induced hearing loss by otoacoustic emissions. *Noise Health* 3 (2001), 19-31

Bartsch, R.; Brückner, C.; Dieroff, H.G.: Einsatz der HF-Audiometrie zur Früherkennung berufsbedingter Lärmschäden. *Ztschr. Ges. Hyg.* 35 (1989), 493-496

Basta, D.; Ernst, A.: Noise-induced changes of neuronal spontaneous activity in mice inferior colliculus brain slices. *Neurosci Lett.* 374(1) (2005a), 74-79

Basta, D.; Ernst, A.: Noise induced cell death in the medial geniculate body and primary auditory cortex. *Neurosci. Lett.* 381(1-2) (2005b), 199-204

Cacace, A.T.; McClelland, W.A.; Weiner, J; McFarland, D.J.: Individual differences and the reliability of DPOAE. *J Speech Hear. Res.* 39 (1996), 1138-1148

Castor, X.; Veuillet, E.; Morgon, A.; Collet, L.: Influence of aging on active cochlear micromechanical properties and the medial olivocochlear system in humans. *Hearing Research* 77 (1994), 1-8

Dieroff, H.G.: *Lärmschwerhörigkeit.* Jena: Fischer Stuttgart 1994

Dieroff, H.G.; Bartsch, R.: Zur Problematik der kritischen Intensität. *Laryngologie Rhinologie Otologie* 65 (1986), 336-339

Dieroff, H.G.; Schuhmann, G.; Meißner, W.; Bartsch, R.: Erfahrungen über das Verhalten des Hochton-Gehörs bei der Auswahl von Arbeitern für Lärmberufe. *Laryngo-Rhino-Otologie* 70 (1991), 594-598

Engdahl, B.; Arnesen, A.R.; Mair, I.W.: Reproducibility and short-term variability of TEOAE. *Scand Audiol.* 23 (1994), 99-104

Ernst, A.; Battmer, R.: *Audiometrie und HNO-Funktionsdiagnostik.* VCH Thieme 1997

Ernst, A.; Lenarz, Th.: Otoacoustic emissions in predicting noise-induced hearing loss in vulnerable inner ears. In: European Commission: Protection against noise Concerted Action. University College London, Institute of Laryngology and Otology, April 16 - 19, 1997. Book of abstracts. London (1997), 16

Ernst, A.; Zenner, H.P.: *Klinische Anwendungen und Bedeutung ausgesuchter, moderner Hörforschungsergebnisse.* Wien: *Mediz. Wschr.* 20/21 (1992), 450-455

Fuse, T.; Aoyagi, M.; Suzuki, Y.; Koike, Y.: Frequency analysis of transiently evoked otoacoustic emissions in sensorineural hearing disturbance. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 511 (1994), 91-94

Hall, A.J.; Lutman, M.E.: Methods for early identification of noise-induced hearing losses. *Audiology* 38 (1999), 5, 277-280

Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) (Hrsg.): Berufsgenossenschaftliche Vorschrift A4 (BGV A4). St. Augustin:HVBG 2005 ([www.arbeitssicherheit.de](http://www.arbeitssicherheit.de))

Hoth, S.: Der Einfluß von Innenohrhörsörungen auf verzögerte otoakustische Emissionen (TEOAE) und Distorsionsprodukte (OPOAE). *Laryngo-Rhino-Otol.* 75 (1996), 709-718

Hoth, S.; Lenarz, T.: *Otoakustische Emissionen*. Thieme (1997)

Hotz, M.A.; Probst, R.; Harris, F.P.; Hauser, R.: Monitoring the effects of noise exposure using transiently evoked otoacoustic emissions. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 113 (1993), 478-482

Hunter-Duvar, I.M.: Morphology of the normal and the acoustically damaged cochlea. *SEM 2* (1977), 421-428

International Organization for Standardization (ISO) (Hrsg.): *Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment (ISO 1999)*. Genf : ISO 1990

Ismail, H.; Thornton, A.R. : The interaction between ear and sex differences and stimulus rate. *Hear Res* 179 (2003), 97-103

Johansson, M.S.; Arlinger, S.D.: Otoacoustic emissions and tympanometry in a general adult population in Sweden. *Int J Audiol* 42 (2003), 448-464

Kersten, N.; Schust, M.; Stark, H.: Die NaRoMI-Studie - Bemerkungen zum Zusammenhang von Arbeitslärm und Myokardinfarkt. In: *Chronischer Lärm als Risikofaktor für den Myokardinfarkt - Ergebnisse der „NaRoMi“-Studie*, Schriftenreihe des Umweltbundesamtes, Berlin (2004), Seite III-1 bis III-14,

Lapsley Miller, J.A.; Marshall, L.; Heller, L.M.: A longitudinal study of changes in evoked otoacoustic emissions and pure-tone thresholds as measured in a hearing conservation program. *Int J Audiol.* 43 (2004), 307-322

Marshall, L.; Lapsley Miller, J.A.; Heller, L.M.: Distorsion-product otoacoustic emissions as a screening tool for noise-induced hearing loss. *Noise Health* 3 (2001), 43-60

Melnick, W.: Human temporary threshold shift (TTS) and damage risk. *J Acoust Soc Am.* 90 (1991), 147-154

Mensh, B.D.; Lonsbury-Martin, B.L.; Martin, G.K.: Distorsion-product emission in rabbit: II. Prediction of chronic noise effects by brief pure-tone exposures. *Hear Res.* 70 (1993), 65-72

Moleti, A.; Sisto, R.; Lucertini, M.: Linear and nonlinear transient evoked otoacoustic emissions humans exposed to noise. *Hear Res.* 174 (2002), 290-295

Nieschalk, M.; Hustert, B.; Stoll, W.: Distortion-product otoacoustic emissions in middle-aged subjects with normal versus potentially presbycotic high-frequently hearing loss. *Audiology* 37 (1998), 83-99

Nölle, C.; Wunder, M.; Ernst, A.: Otoakustische Emissionen in der Verlaufsbeurteilung cochleo-vestibulärer Störungen. *ORL Nova* 10 (2000), 194-204

Pfander, F.: *Das Knalltrauma*. Berlin Heidelberg New York: Springer (1975)

Plinkert, P.K.; Hemmert, W.; Wagner, W.; Just, K.; Zenner, H.P.: Monitoring noise susceptibility: sensitivity of otoacoustic emissions and subjective audiometry. *British Journal of Audiology* 33 (1999), 367-382

Plinkert, P.K.; Hemmert, W.; Zenner, H.P.: Methodenvergleich zur Früherkennung einer Lärmvulnerabilität des Innenohres. *HNO* 43 (1995), 89-97

Reron, A.; Reron, E.; Streck, P.; Trojnar-Podlesny, M.: The effect of hormonal factors on the hearing organ in women, after surgical castration. *Neuro Endocrinol Lett* 23 (2002), 455-458

Sallustio, V.; Portalatini, P.; Soleo, L.; Cassano, F.; Pesola, G.; Lasorsa, G.; Quaranta, N.; Salonna, I.: Auditory dysfunction in occupational noise exposed workers. *Scand Audiol.* 27 (1998), 95-110

Sanchez Fernandez, J.M.; Martinez Ibarquen, A.; Avalos Cuica, N.; Sane Rey, A.; Santaolalla Montoya, F.: Auditory function recovery following acoustic overstimulation. *Acta Otolaryngol.* 124 (2004), 427-430

Schäfer, S.; Ernst, A.; Lenarz, Th.: Einsatz otoakustischer Emissionen zur Beurteilung des vulnerablen Innenohres. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol. Suppl.* II (1997), 97

Schlögel, H.; Stephan, K.; Böheim, K.; Welzl-Müller, K.: Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen bei normalem Hörvermögen und bei sensoreraler Schwerhörigkeit. *HNO* 43 (1995), 19-24

Seixas, N.S.; Kujawa, S.G.; Norton, S.; Sheppard, L.; Neitzel, R.; Slee, A.: Predictors of hearing threshold levels and distortion product otoacoustic emissions among noise exposed young adults. *Accup Environ Med.* 61 (2004), 899-907

Sutton, L.A.; Lonsbury-Martin, B.L.; Martin, G.K.; Whitehead, M.L.: Sensitivity of distortion-product otoacoustic emissions in humans to tonal over-exposure: Time course of recovery and effects of lowering L<sub>2</sub>. *Hear Res* 75 (1994), 161-174

Tilney, L.G.; Saunders, J.C.; Egelman, E.; De-Rosier, D.J.: Changes in the organization of acting filaments in the stereocilia of noise-damaged lizard cochleae. *Hear Res* 7 (1982), 181-197

Veillet, E. ; Martin, V.; Suc, B. ; Vesson, J.F. ; Morgon, A. ; Collet, L.: Otoacoustic emissions and medial olivocochlear suppression auditory recovery from acoustic trauma in humans. *Acta Otolaryngol* 121 (2001), 278-283

Vinck, B.M.; Van Cauwenberge, P.B.; Leroy, L.; Corthals, P.: Sensitivity of Transient Evoked and Distortion Product Otoacoustic Emissions to the Direct Effects of Noise on the Human Cochlea. *Audiology* 38 (1999), 44-52

Werner, S.: *Biomathematik und medizinische Statistik*. München: Urban & Schwarzenberg (1992)

Zenner, H. P.; Ernst, A.: Sound preprocessing by a.c. and d.c. movements of cochlear outer hair cells. *Progr. Brain Res.* 97 (1992), 21-30

## Verwendete Abkürzungen

AUC	Fläche der Wachstumsfunktion („area under the curve“, bei DPOAE)
BG	Berufsgenossenschaft
DP-Gramm	Grafische Darstellung der abgeleiteten DPOAE
DPOAE	Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen
GrLmghs	Gruppenbezogener Lmghs (s.u.)
GrLmobj	Gruppenbezogener Lmobj (s.u.)
HFA	Hochfrequenzaudiometrie
ISO 1999	Akustische Normierung des Hörvermögens, hg. von der International Organisation of Standardization (ISO) (1999)
KL	Knochenleitung
L	Lautstärke (bei DPOAE als L1/L2), in dB SPL
Lmghs	Entsprechend der Gehörschutz-Dämmwirkung korrigierter 10-Jahres-Mittelungspegel
Lmobj	objektiv ermittelter 10-Jahres-Mittelungspegel
LL	Luftleitung
OAE	Otoakustische Emissionen
PTS	Permanenter Schwund der Hörschwelle (permanent threshold shift)
RTA	Reintonaudiometrie
SNR	Signal-Rausch-Abstand (signal-to-noise-ratio)
SPL	Sound-pressure level = Schalldruckpegel (in der Regel als dB SPL)
TAD	Technischer Aufsichtsdienst (der Gewerblichen Berufsgenossenschaften)
TEOAE	Transitorisch evozierte otoakustische Emissionen
TTS	Temporärer Schwund der Hörschwelle (TTS)

# Anhang

## Anlagen

- |    |   |
|----|---|
| A0 | Resultate der deskriptiven Datenanalyse und der Zusatzuntersuchungen zum vulnerablen Innenohr |
| A1 | Resultate der Untersuchungen hinsichtlich geschlechtsspezifischer Unterschiede                |
| A2 | Resultate der Regressionsanalysen   |
| A3 | Resultate der Korrelationsanalysen  |
| A4 | Resultate der Varianzanalysen und des Kruskal-Wallis-Tests                                    |
| A5 | Resultate der Diskriminanzanalyse   |
| A6 | Resultate der Mittelwertvergleiche zwischen Gr. A und B                                       |
| B1 | Interview zur Erfassung der Lärmexposition und Bestimmung der Einzelpegelwerte                |
| B2 | Liste der Variablennamen und Labels   |

## A0 Resultate der deskriptiven Datenanalyse

### 1. Ergebnisse einzelner Parameter in den Gruppen

#### Gruppe A (normalhörend)

Variable	Mittelwert	Median	Standardabweichung	Schiefe	Minimum	Maximum
Alter in Jahren	38,40	39,00	11,28	,051	20	60
Tonaudiometrie LL Frequenz: 0.25 kHz	3,57	5,00	4,19	-,033	-10	15
Tonaudiometrie LL Frequenz 0.5 kHz	3,82	5,00	3,45	-,171	-5	10
Tonaudiometrie LL Frequenz 1 kHz	3,88	5,00	3,50	-,051	-5	10
Tonaudiometrie LL Frequenz 1,5 kHz	3,77	5,00	3,56	,027	-5	15
Tonaudiometrie LL Frequenz 2 kHz	4,25	5,00	4,27	,049	-10	15
Tonaudiometrie LL Frequenz 3 kHz	4,70	5,00	4,73	,592	-10	25
Tonaudiometrie LL Frequenz 4 kHz	6,02	5,00	5,88	,782	-10	30
Tonaudiometrie LL Frequenz 6 kHz	8,49	10,00	5,99	,666	-5	30
Tonaudiometrie LL Frequenz 8 kHz	8,74	5,00	8,58	1,190	-5	45
Tonaudiometrie KL Frequenz: 0.25 kHz	2,01	,00	4,43	-,251	-10	15
Tonaudiometrie KL Frequenz 0.5 kHz	2,15	5,00	3,95	-,272	-10	10
Tonaudiometrie KL Frequenz 1 kHz	2,26	2,50	3,88	-,209	-10	10
Tonaudiometrie KL Frequenz 1,5 kHz	1,97	,00	3,79	-,181	-10	10
Tonaudiometrie KL Frequenz 2 kHz	2,58	,00	4,38	,065	-10	15
Tonaudiometrie KL Frequenz 3 kHz	3,21	5,00	4,81	,492	-10	25
Tonaudiometrie KL Frequenz 4 kHz	4,20	5,00	5,77	,787	-10	25
Tonaudiometrie KL Frequenz 6 kHz	6,38	5,00	5,89	,568	-10	25
Tonaudiometrie KL Frequenz 8 kHz	6,29	5,00	7,30	,875	-5	35
Band Repro in %,bei 1 kHz	83,14	91,00	21,97	-2,742	-49	99
Band Repro in %,bei 2 kHz	87,05	93,00	17,81	-3,144	-5	99
Band Repro in %,bei 3 kHz	78,47	90,00	28,76	-1,956	-1	99
Band Repro in %,bei 4 kHz	70,42	87,00	35,63	-1,301	-14	99
Band Repro in %,bei 5 kHz	35,50	,00	43,06	,429	0	99
Band SNR in dB,bei 1 kHz	9,94	10,00	5,85	-,164	-7	23
Band SNR in dB,bei 2 kHz	11,56	11,00	6,63	,112	-6	30
Band SNR in dB,bei 3 kHz	9,95	10,00	6,86	,177	-7	27
Band SNR in dB,bei 4 kHz	8,96	8,00	7,09	,336	-6	33
Band SNR in dB,bei 5 kHz	4,56	3,00	6,85	,941	-5	28
DPOAE bei 1 kHz	1,87	2,00	,34	-2,225	1	2
DPOAE bei 2 kHz	1,98	2,00	,14	-7,106	1	2
DPOAE bei 3 kHz	1,99	2,00	7,92E-02	-12,550	1	2
DPOAE bei 4 kHz	1,99	2,00	7,92E-02	-12,550	1	2
DPOAE bei 5 kHz	2,00	2,00	,00		2	2
DPOAE bei 6 kHz	2,00	2,00	5,61E-02	-17,833	1	2

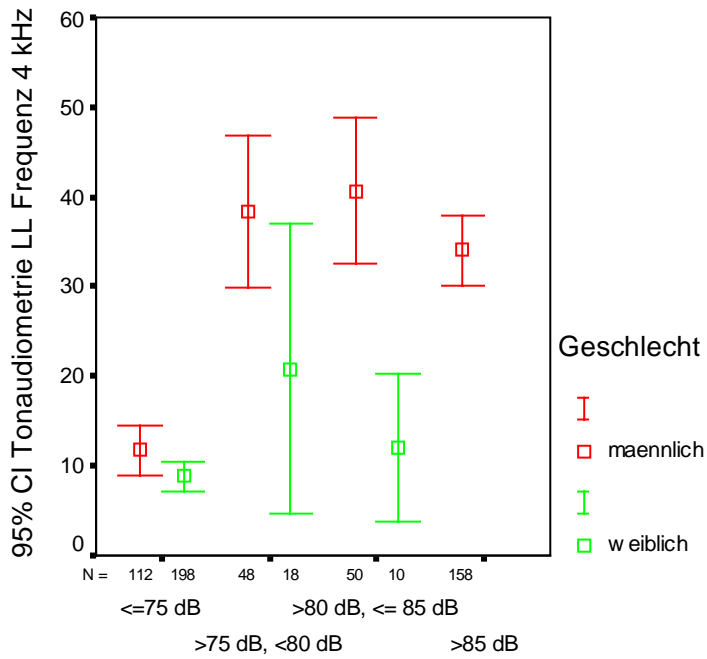


## Gruppe B (innenohrschwerhörig)

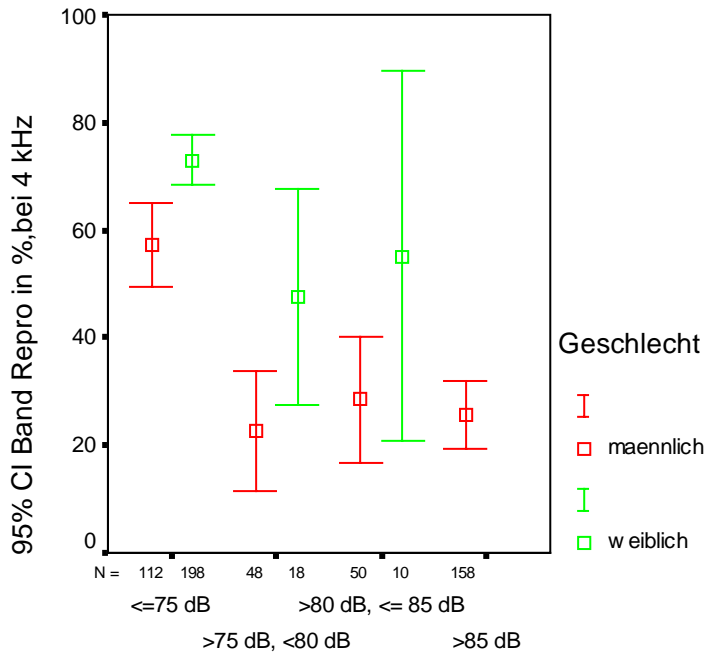
	Mittelwert	Median	Standardabweichung	Schiefe	Minimum	Maximum
Alter in Jahren	42,19	41,00	12,03	-,064	20	60
Tonaudiometrie LL	12,46	10,00	10,55	2,254	0	65
Frequenz: 0.25 kHz						
Tonaudiometrie LL Frequenz	13,15	10,00	11,58	2,268	-5	80
0.5 kHz						
Tonaudiometrie LL Frequenz	15,94	10,00	14,97	1,638	-5	85
1 kHz						
Tonaudiometrie LL Frequenz	19,42	15,00	18,83	1,526	-5	95
1,5 kHz						
Tonaudiometrie LL Frequenz	23,99	15,00	21,20	1,272	0	110
2 kHz						
Tonaudiometrie LL Frequenz	32,41	25,00	24,77	,634	-5	115
3 kHz						
Tonaudiometrie LL Frequenz	39,53	40,00	24,97	,328	0	110
4 kHz						
Tonaudiometrie LL Frequenz	42,55	40,00	23,96	,420	0	110
6 kHz						
Tonaudiometrie LL Frequenz	39,09	35,00	27,02	,457	-5	110
8 kHz						
Tonaudiometrie KL	9,41	10,00	8,70	1,521	-5	50
Frequenz: 0.25 kHz						
Tonaudiometrie KL Frequenz	10,58	10,00	10,65	1,864	-5	55
0.5 kHz						
Tonaudiometrie KL Frequenz	13,44	10,00	14,37	1,542	-5	65
1 kHz						
Tonaudiometrie KL Frequenz	15,33	10,00	16,49	1,317	-5	80
1,5 kHz						
Tonaudiometrie KL Frequenz	19,78	10,00	18,48	,962	-5	70
2 kHz						
Tonaudiometrie KL Frequenz	27,21	20,00	21,81	,485	-5	70
3 kHz						
Tonaudiometrie KL Frequenz	29,47	25,00	19,78	,160	0	60
4 kHz						
Tonaudiometrie KL Frequenz	25,39	20,00	14,95	,374	-5	55
6 kHz						
Tonaudiometrie KL Frequenz	19,56	15,00	13,76	,488	-5	55
8 kHz						
Band Repro in %,bei 1 kHz	58,80	69,50	33,60	-,753	-13	99
Band Repro in %,bei 2 kHz	50,26	68,00	41,27	-,310	-26	99
Band Repro in %,bei 3 kHz	31,46	,00	40,22	,594	0	99
Band Repro in %,bei 4 kHz	23,44	,00	38,09	1,085	-3	99
Band Repro in %,bei 5 kHz	11,83	,00	28,69	2,118	0	99
Band SNR in dB,bei 1 kHz	4,62	4,00	5,65	,464	-6	26
Band SNR in dB,bei 2 kHz	5,26	5,00	6,35	,342	-8	26
Band SNR in dB,bei 3 kHz	3,37	2,00	6,50	,682	-10	23
Band SNR in dB,bei 4 kHz	3,11	1,00	6,35	,766	-5	21
Band SNR in dB,bei 5 kHz	,42	-1,00	5,06	1,397	-5	20
DPOAE bei 1 kHz	1,75	2,00	,43	-1,161	1	2
DPOAE bei 2 kHz	1,92	2,00	,27	-3,215	1	2
DPOAE bei 3 kHz	1,97	2,00	,17	-5,646	1	2
DPOAE bei 4 kHz	1,99	2,00	8,50E-02	-11,683	1	2
DPOAE bei 5 kHz	1,99	2,00	,10	-9,486	1	2
DPOAE bei 6 kHz	1,99	2,00	,12	-8,169	1	2



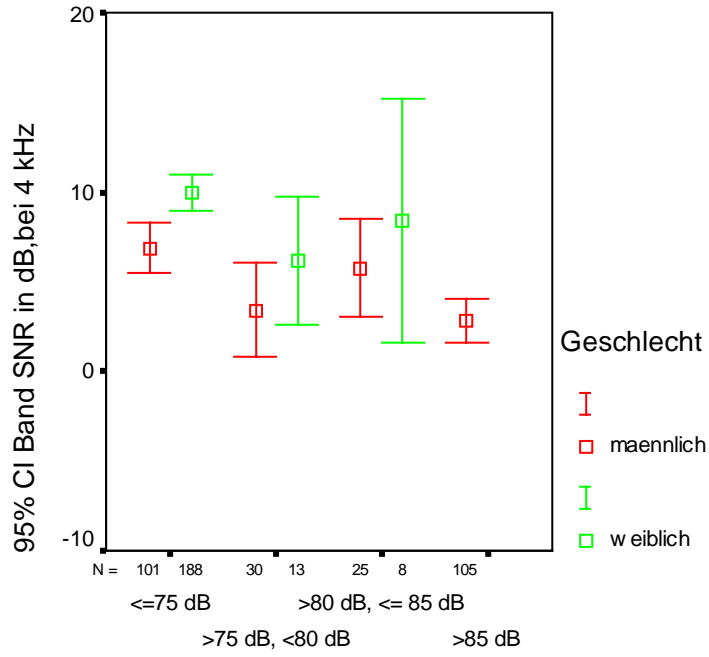
5. Exemplarische Fehlerdiagramme (Konfidenzintervall, 95 %)



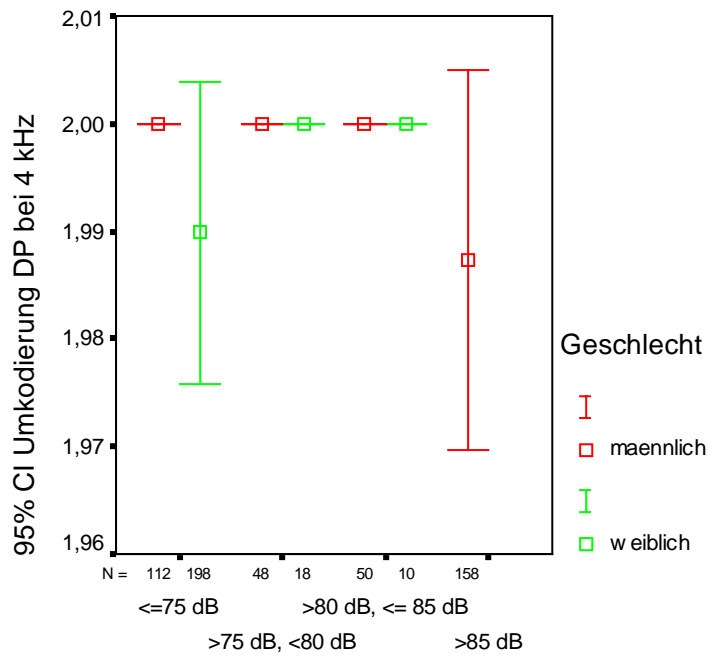
Gruppe Imobj



Gruppe Imobj



Gruppe Imobj



Gruppe Imobj

6. Erhobene Einzeldaten im Rahmen der Bestimmung des vulnerablen Innenohres bei Probanden der Gruppe A (Angaben beziehen sich auf das Ohr mit der höchsten Vulnerabilität)

Proband	Alter	Geschlecht	Hörvermögen	Lärmbelastung ( $L_{mgh}$ in dB)	TTS nach 5 min in dB	$\Delta$ TEOAE-Amplitude in dB	$\Delta$ DPOAE-Amplitude in dB
2023	39	m	schwerhörig	76,56	15	-4,3	0
2045	36	m	schwerhörig	79,17	15	-4,8	0
1033	44	m	schwerhörig	82,15	15	-4,6	-6
1046	24	m	schwerhörig	84,81	10	-1,2	-2
1059	29	m	schwerhörig	81,69	15	-4,2	-4
1054	26	m	schwerhörig	78,06	5	0	0
1034	45	m	schwerhörig	80,72	5	-0,3	0
1073	58	m	schwerhörig	79,32	5	-1	0
544	40	m	normalhörend	78	5	0	0
519	37	m	normalhörend	77,71	10	-4,1	-2
530	43	m	normalhörend	80,84	5	-1,2	0
504	26	m	normalhörend	77,78	0	-0,5	0
515	30	m	normalhörend	79,05	0	-0,6	0
506	27	m	normalhörend	80	5	0	0
181	45	m	normalhörend	80,97	15	-4,4	-4
72	56	m	normalhörend	80,51	5	0	0

## A1      **Resultate der Untersuchungen hinsichtlich geschlechtsspezifischer Unterschiede**

### Gruppe A (normalhörend)

<b>Variable</b>	<b>Verteilung</b>	<b>Test</b>	<b>Signifikanz bei <math>p &lt; 0.05</math></b>
Tonaudio LL 0.25 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Tonaudio LL 0.5 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Tonaudio LL 1 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Tonaudio LL 1.5 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Tonaudio LL 2 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Tonaudio LL 3 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
Tonaudio LL 4 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
Tonaudio LL 6 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
Tonaudio LL 8 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
Tonaudio KL 0.25 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Tonaudio KL 0.5 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Tonaudio KL 1 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Tonaudio KL 1.5 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Tonaudio KL 2 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Tonaudio KL 3 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Tonaudio KL 4 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
Tonaudio KL 6 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
Tonaudio KL 8 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
TEOAE-Stimulus in dB	n.n.v.	U - Test	s.
TEOAE-Stabilität in %	n.n.v.	U - Test	n.s.
TEOAE-Antwort in dB	n.v.	T - Test	s.
TEOAE-Repro in %	n.n.v.	U - Test	s.
Band Repro in % bei 1 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
Band Repro in % bei 2 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
Band Repro in % bei 3 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
Band Repro in % bei 4 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
Band Repro in % bei 5 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
Band SNR in dB bei 1 kHz	n.v.	T - Test	n.s.
Band SNR in dB bei 2 kHz	n.v.	T - Test	s.
Band SNR in dB bei 3 kHz	n.v.	T - Test	s.
Band SNR in dB bei 4 kHz	n.v.	T - Test	s.
Band SNR in dB bei 5 kHz	n.n.v.	U - Test	s.
DPOAE bei 1 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
DPOAE bei 1.3 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
DPOAE bei 1.6 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
DPOAE bei 2 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
DPOAE bei 2.5 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
DPOAE bei 3.2 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
DPOAE bei 4 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
DPOAE bei 5 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.
DPOAE bei 6.2 kHz	n.n.v.	U - Test	n.s.

## Gruppe B (lärmschwerhörig)

Variable	Verteilung	Test	Signifikanz bei $p < 0.05$
Tonaudio LL 0.25 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio LL 0.5 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio LL 1 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio LL 1.5 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio LL 2 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio LL 3 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio LL 4 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio LL 6 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio LL 8 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio KL 0.25 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio KL 0.5 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio KL 1 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio KL 1.5 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio KL 2 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio KL 3 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio KL 4 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Tonaudio KL 6 kHz	n.n.v.	U -Test	n.s
Tonaudio KL 8 kHz	n.n.v.	U -Test	n.s
TEOAE-Stimulus in dB	n.n.v.	U -Test	s.
TEOAE-Stabilität in %	n.n.v.	U -Test	n.s
TEOAE-Antwort in dB	n.v.	T -Test	s.
TEOAE-Repro in %	n.n.v.	U -Test	s.
Band Repro in % bei 1 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Band Repro in % bei 2 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Band Repro in % bei 3 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Band Repro in % bei 4 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Band Repro in % bei 5 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Band SNR in dB bei 1 kHz	n.v.	T -Test	s.
Band SNR in dB bei 2 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Band SNR in dB bei 3 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Band SNR in dB bei 4 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
Band SNR in dB bei 5 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
DPOAE bei 1 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
DPOAE bei 1.3 kHz	n.n.v.	U -Test	n.s
DPOAE bei 1.6 kHz	n.n.v.	U -Test	n.s
DPOAE bei 2 kHz	n.n.v.	U -Test	n.s
DPOAE bei 2.5 kHz	n.n.v.	U -Test	n.s
DPOAE bei 3.2 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
DPOAE bei 4 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
DPOAE bei 5 kHz	n.n.v.	U -Test	s.
DPOAE bei 6.2 kHz	n.n.v.	U -Test	s.

## A2 Resultate der Regressionsanalysen

HV = innenohrschwerhoerig, SEX = maennlich: abhängige Variable: RTA LL 1 kHz  
**Aufgenommene/Entfernte Variablen**

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierter DP bei 1 kHz, Band SNR in dB, bei 1 kHz, Band Repro in %, bei 1 kHz	.	Eingeben
2		Band Repro in %, bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).
3		Umkodierter DP bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

### Modellzusammenfassung

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R-Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.427	.182	.169	12.28	.182	14.244	3	192	.000
2	.424	.180	.171	12.27	-.002	.531	1	194	.467
3	.411	.169	.164	12.32	-.011	2.620	1	195	.107

HV = innenohrschwerhoerig, SEX = weiblich, abhängige Variable: RTA LL 1 kHz  
**Aufgenommene/Entfernte Variablen**

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierter DP bei 1 kHz, Band SNR in dB, bei 1 kHz, Band Repro in %, bei 1 kHz	.	Eingeben
2		Band SNR in dB, bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).



## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.588	.345	.304	8.36	.345	8.270	3	47	.000
2	.580	.336	.308	8.33	-.009	.673	1	49	.416

HV = normalhoerend, SEX = maennlich : abhängige Variable: RTA LL 1 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierter DP bei 1 kHz, Band Repro in %,bei 1 kHz, Band SNR in dB,bei 1 kHz	.	Eingeben
2		Band Repro in %,bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
3		Umkodierter DP bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.242	.058	.038	3.48	.058	2.870	3	139	.039
2	.238	.057	.043	3.47	-.002	.222	1	141	.638
3	.218	.048	.041	3.47	-.009	1.349	1	142	.247

HV = normalhoerend, SEX = weiblich : abhängige Variable: RTA LL 1 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierter DP bei 1 kHz, Band Repro in %,bei 1 kHz, Band SNR in dB,bei 1 kHz	.	Eingeben
2	.	Umkodierter DP bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
3	.	Band Repro in %,bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.171	.029	.012	3.43	.029	1.669	3	166	.176
2	.171	.029	.018	3.42	.000	.016	1	168	.899
3	.143	.021	.015	3.43	-.009	1.491	1	169	.224

HV = innenohrschwerhoerig, SEX = maennlich : abhängige Variable: RTA KL 1 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierter DP bei 1 kHz, Band SNR in dB,bei 1 kHz, Band Repro in %,bei 1 kHz	.	Eingeben
2	.	Band Repro in %,bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.417	.174	.161	12.41	.174	13.435	3	192	.000
2	.415	.172	.163	12.39	-.002	.367	1	194	.546

HV = innenohrschwerhörig, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA KL 1 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierter DP bei 1 kHz, Band SNR in dB, bei 1 kHz, Band Repro in %, bei 1 kHz	.	Eingeben
2		Band SNR in dB, bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.585	.342	.300	7.89	.342	8.130	3	47	.000
2	.573	.329	.301	7.89	-.013	.927	1	49	.341

HV = normalhoerend, SEX = maennlich abhängige Variable: RTA KL 1 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierter DP bei 1 kHz, Band Repro in %,bei 1 kHz, Band SNR in dB,bei 1 kHz	.	Eingeben
2		Band Repro in %,bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
3		Umkodierter DP bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
4		Band SNR in dB,bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.074	.006	-.016	4.03	.006	.257	3	139	.856
2	.074	.005	-.009	4.02	.000	.016	1	141	.901
3	.063	.004	-.003	4.01	-.001	.210	1	142	.648
4	.000	.000	.000	4.00	-.004	.555	1	143	.458

HV = normalhoerend, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA KL 1 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierter DP bei 1 kHz, Band Repro in %,bei 1 kHz, Band SNR in dB,bei 1 kHz	.	Eingeben
2		Umkodierter DP bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
3		Band SNR in dB,bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
4		Band Repro in %,bei 1 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.146	.021	.004	3.77	.021	1.203	3	166	.310
2	.130	.017	.005	3.76	-.004	.730	1	168	.394
3	.042	.002	-.004	3.78	-.015	2.580	1	169	.110
4	.000	.000	.000	3.77	-.002	.302	1	170	.583

HV = innenohrschwerhörig, SEX = männlich abhängige Variable: RTA LL 2 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 2 kHz, Band Repro in %, bei 2 kHz, Band SNR in dB, bei 2 kHz	.	Eingeben
2	.	Band SNR in dB, bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.614	.377	.366	14.26	.377	34.623	3	172	.000
2	.614	.376	.369	14.22	.000	.026	1	174	.872

HV = innenohrschwerhoerig, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA LL 2 kHz

**Aufgenommene/Entfernte Variablen**

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 2 kHz, Band SNR in dB, bei 2 kHz, Band Repro in %, bei 2 kHz		Eingeben
2		Band SNR in dB, bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).
3		Umkodierung DP bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

**Modellzusammenfassung**

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.681	.463	.429	9.38	.463	13.517	3	47	.000
2	.680	.463	.440	9.28	.000	.035	1	49	.852
3	.680	.462	.451	9.20	-.001	.070	1	50	.792



HV = normalhoerend, SEX = maennlich abhängige Variable: RTA LL 2 kHz

**Aufgenommene/Entfernte Variablen**

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 2 kHz, Band SNR in dB, bei 2 kHz, Band Repro in %, bei 2 kHz	.	Eingeben
2		Band Repro in %, bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
3		Umkodierung DP bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
4		Band SNR in dB, bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

**Modellzusammenfassung**

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.047	.002	-.019	4.11	.002	.106	3	142	.957
2	.041	.002	-.012	4.09	-.001	.080	1	144	.778
3	.031	.001	-.006	4.08	-.001	.102	1	145	.750
4	.000	.000	.000	4.07	-.001	.138	1	146	.710

HV = normalhoerend, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA LL 2 kHz

**Aufgenommene/Entfernte Variablen**

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 2 kHz, Band SNR in dB, bei 2 kHz, Band Repro in %, bei 2 kHz	.	Eingeben
2		Umkodierung DP bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).
3		Band SNR in dB, bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

**Modellzusammenfassung**

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R-Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.271	.074	.057	4.31	.074	4.448	3	168	.005
2	.271	.073	.062	4.29	.000	.045	1	170	.832
3	.268	.072	.066	4.28	-.002	.322	1	171	.571

HV = innenohrschwerhoerig, SEX = maennlich abhängige Variable: RTA KL 2 kHz

**Aufgenommene/Entfernte Variablen**

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 2 kHz, Band Repro in %, bei 2 kHz, Band SNR in dB, bei 2 kHz	.	Eingeben
2		Band SNR in dB, bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.599	.359	.348	13.94	.359	31.891	3	171	.000
2	.597	.356	.349	13.93	-.002	.656	1	173	.419

HV = innenohrschwerhörig, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA KL 2 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 2 kHz, Band SNR in dB, bei 2 kHz, Band Repro in %, bei 2 kHz	.	Eingeben
2	.	Umkodierung DP bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).
3	.	Band SNR in dB, bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.691	.477	.444	8.41	.477	14.310	3	47	.000
2	.691	.477	.456	8.32	.000	.005	1	49	.946
3	.690	.476	.466	8.24	-.001	.078	1	50	.781

HV = normalhoerend, SEX = maennlich abhängige Variable: RTA KL 2 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 2 kHz, Band SNR in dB, bei 2 kHz, Band Repro in %, bei 2 kHz	.	Eingeben
2		Band SNR in dB, bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
3		Band Repro in %, bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
4		Umkodierung DP bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.103	.011	-.010	4.10	.011	.506	3	142	.679
2	.098	.010	-.004	4.09	-.001	.136	1	144	.713
3	.070	.005	-.002	4.08	-.005	.692	1	145	.407
4	.000	.000	.000	4.08	-.005	.699	1	146	.404

HV = normalhoerend, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA KL 2 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 2 kHz, Band SNR in dB, bei 2 kHz, Band Repro in %, bei 2 kHz	.	Eingeben
2		Umkodierung DP bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
3		Band SNR in dB, bei 2 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.234	.055	.038	4.54	.055	3.258	3	168	.023
2	.230	.053	.042	4.53	-.002	.334	1	170	.564
3	.218	.047	.042	4.53	-.006	1.035	1	171	.310

HV = innenohrschwerhörig, SEX = männlich abhängige Variable: RTA LL 3 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 3 kHz, Band Repro in %, bei 3 kHz, Band SNR in dB, bei 3 kHz	.	Eingeben
2	.	Umkodierung DP bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).
3	.	Band Repro in %, bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.540	.292	.276	19.10	.292	18.935	3	138	.000
2	.540	.292	.281	19.04	.000	.001	1	140	.970
3	.533	.284	.278	19.07	-.008	1.566	1	141	.213

HV = innenohrschwerhoerig, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA LL 3 kHz

**Aufgenommene/Entfernte Variablen**

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 3 kHz, Band Repro in %,bei 3 kHz, Band SNR in dB,bei 3 kHz	.	Eingeben
2		Band Repro in %,bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
3		Umkodierung DP bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

**Modellzusammenfassung**

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R-Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.388	.151	.090	18.66	.151	2.483	3	42	.074
2	.374	.140	.100	18.56	-.011	.531	1	44	.470
3	.349	.122	.102	18.54	-.018	.918	1	45	.343

HV = normalhoerend, SEX = maennlich abhängige Variable: RTA LL 3 kHz

**Aufgenommene/Entfernte Variablen**

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Band SNR in dB,bei 3 kHz, Band Repro in %,bei 3 kHz	.	Eingeben
2		Band SNR in dB,bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.265	.070	.057	4.41	.070	5.176	2	137	.007
2	.262	.069	.062	4.40	-.001	.201	1	139	.655

HV = normalhoerend, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA LL 3 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 3 kHz, Band SNR in dB, bei 3 kHz, Band Repro in %, bei 3 kHz	.	Eingeben
2	.	Band Repro in %, bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq$ .100).
3	.	Umkodierung DP bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq$ .100).



## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.207	.043	.026	4.41	.043	2.513	3	168	.060
2	.207	.043	.031	4.40	.000	.036	1	170	.849
3	.196	.039	.033	4.40	-.004	.733	1	171	.393

HV = innenohrschwerhörig, SEX = männlich abhängige Variable: RTA KL 3 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 3 kHz, Band Repro in %, bei 3 kHz, Band SNR in dB, bei 3 kHz	.	Eingeben
2		Umkodierung DP bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).
3		Band Repro in %, bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.529	.280	.264	17.95	.280	17.500	3	135	.000
2	.529	.280	.269	17.88	.000	.000	1	137	1.000
3	.523	.273	.268	17.90	-.007	1.304	1	138	.255

HV = innenohrschwerhörig, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA KL 3 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 3 kHz, Band Repro in %, bei 3 kHz, Band SNR in dB, bei 3 kHz	.	Eingeben
2	.	Band SNR in dB, bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).
3	.	Umkodierung DP bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.404	.163	.102	11.00	.163	2.669	3	41	.060
2	.391	.153	.113	10.93	-.010	.504	1	43	.482
3	.369	.136	.116	10.91	-.017	.836	1	44	.366

HV = normalhoerend, SEX = maennlich abhängige Variable: RTA KL 3 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Band SNR in dB, bei 3 kHz, Band Repro in %, bei 3 kHz	.	Eingeben
2	.	Band SNR in dB, bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.215	.046	.033	4.27	.046	3.335	2	137	.039
2	.206	.042	.035	4.26	-.004	.599	1	139	.440

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 3 kHz, Band SNR in dB, bei 3 kHz, Band Repro in %, bei 3 kHz	.	Eingeben
2		Band Repro in %, bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq$ .100).
3		Umkodierung DP bei 3 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq$ .100).

HV = normalhoerend, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA KL 3 kHz

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.166	.027	.010	4.77	.027	1.577	3	168	.197
2	.165	.027	.016	4.75	.000	.001	1	170	.975
3	.165	.027	.022	4.74	.000	.005	1	171	.944

HV = innenohrschwerhörig, SEX = männlich abhängige Variable: RTA LL 4 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 4 kHz, Band Repro in %, bei 4 kHz, Band SNR in dB, bei 4 kHz	.	Eingeben
2	.	Band SNR in dB, bei 4 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).
3	.	Umkodierung DP bei 4 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.596	.355	.339	18.72	.355	21.665	3	118	.000
2	.595	.354	.343	18.66	-.001	.174	1	120	.678
3	.584	.341	.336	18.77	-.013	2.406	1	121	.124

HV = innenohrschwerhörig, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA LL 4 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Band Repro in %, bei 4 kHz, Band SNR in dB, bei 4 kHz	.	Eingeben
2	.	Band Repro in %, bei 4 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.343	.118	.073	12.69	.118	2.605	2	39	.087
2	.343	.118	.096	12.54	.000	.005	1	41	.944

HV = normalhoerend, SEX = maennlich abhängige Variable: RTA LL 4 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Band Repro in %,bei 4 kHz, Band SNR in dB,bei 4 kHz	.	Eingeben
2	.	Band Repro in %,bei 4 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.219	.048	.034	6.19	.048	3.431	2	136	.035
2	.219	.048	.041	6.17	.000	.022	1	138	.884

HV = normalhoerend, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA LL 4 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Band Repro in %,bei 4 kHz, Band SNR in dB,bei 4 kHz	.	Eingeben
2		Band Repro in %,bei 4 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
3		Band SNR in dB,bei 4 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).



## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.106	.011	-.001	4.74	.011	.932	2	164	.396
2	.105	.011	.005	4.73	.000	.047	1	166	.829
3	.000	.000	.000	4.74	-.011	1.828	1	167	.178

HV = innenohrschwerhörig, SEX = männlich abhängige Variable: RTA KL 4 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Umkodierung DP bei 4 kHz, Band Repro in %, bei 4 kHz, Band SNR in dB, bei 4 kHz	.	Eingeben
2		Band SNR in dB, bei 4 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.607	.368	.350	15.89	.368	20.951	3	108	.000
2	.606	.368	.356	15.82	.000	.041	1	110	.840

HV = innenohrschwerhörig, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA KL 4 kHz

## Aufgenommene/Entfernte Variablen

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Band Repro in %, bei 4 kHz, Band SNR in dB, bei 4 kHz	.	Eingeben
2	.	Band Repro in %, bei 4 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß $\geq .100$ ).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.289	.083	.036	11.83	.083	1.773	2	39	.183
2	.287	.083	.060	11.68	-.001	.032	1	41	.860

HV = normalhoerend, SEX = maennlich abhängige Variable: RTA KL 4 kHz

**Aufgenommene/Entfernte Variablen**

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Band Repro in %,bei 4 kHz, Band SNR in dB,bei 4 kHz	.	Eingeben
2	.	Band Repro in %,bei 4 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

**Modellzusammenfassung**

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R-Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.155	.024	.010	6.22	.024	1.674	2	136	.191
2	.150	.023	.015	6.21	-.001	.209	1	138	.649

HV = normalhoerend, SEX = weiblich abhängige Variable: RTA KL 4 kHz

**Aufgenommene/Entfernte Variablen**

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen	Methode
1	Band Repro in %,bei 4 kHz, Band SNR in dB,bei 4 kHz	.	Eingeben
2	.	Band Repro in %,bei 4 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).
3	.	Band SNR in dB,bei 4 kHz	Rückwärts (Kriterium: Wahrscheinlichkeit von F-Wert für Ausschluß >= .100).

## Modellzusammenfassung

Modell	R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R- Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Änderung in Signifikanz von F
1	.060	.004	-.009	4.68	.004	.298	2	164	.743
2	.060	.004	-.002	4.67	.000	.012	1	166	.912
3	.000	.000	.000	4.66	-.004	.587	1	167	.445

## **A3                    Resultate der Korrelationsanalysen**

**Gruppe B, männlich (innenohrschwerhörigkeit)**

		Tonaudiometrie LL Frequenz 1 kHz	Tonaudiometrie LL Frequenz 2 kHz	Tonaudiometrie LL Frequenz 3 kHz	Tonaudiometrie LL Frequenz 4 kHz	Tonaudiometrie KL Frequenz 1 kHz	Tonaudiometrie KL Frequenz 2 kHz	Tonaudiometrie KL Frequenz 3 kHz	Tonaudiometrie KL Frequenz 4 kHz
Tonaudiometrie LL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	1,000 , 222	,746** ,000 222	,723** ,000 222	,655** ,000 222	,949** ,000 221	,742** ,000 218	,702** ,000 211	,574** ,000 183
Tonaudiometrie LL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,746** ,000 222	1,000 , 222	,834** ,000 222	,727** ,000 222	,732** ,000 221	,969** ,000 218	,810** ,000 211	,608** ,000 183
Tonaudiometrie LL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,723** ,000 222	,834** ,000 222	1,000 , 222	,894** ,000 222	,734** ,000 221	,843** ,000 218	,983** ,000 211	,830** ,000 183
Tonaudiometrie LL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,655** ,000 222	,727** ,000 222	,894** ,000 222	1,000 , 222	,689** ,000 221	,753** ,000 218	,883** ,000 211	,986** ,000 183
Tonaudiometrie KL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,949** ,000 221	,732** ,000 221	,734** ,000 221	,689** ,000 221	1,000 , 221	,765** ,000 218	,735** ,000 211	,642** ,000 183
Tonaudiometrie KL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,742** ,000 218	,969** ,000 218	,843** ,000 218	,753** ,000 218	,765** ,000 218	1,000 , 218	,843** ,000 210	,671** ,000 183
Tonaudiometrie KL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,702** ,000 211	,810** ,000 211	,983** ,000 211	,883** ,000 211	,735** ,000 211	,843** ,000 210	1,000 , 211	,847** ,000 183
Tonaudiometrie KL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,574** ,000 183	,608** ,000 183	,830** ,000 183	,986** ,000 183	,642** ,000 183	,671** ,000 183	,847** ,000 183	1,000 , 183
Band Repro in %,bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,480** ,000 222	-,469** ,000 222	-,411** ,000 222	-,395** ,000 222	-,437** ,000 221	-,446** ,000 218	-,376** ,000 211	-,399** ,000 183
Band Repro in %,bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,444** ,000 222	-,637** ,000 222	-,561** ,000 222	-,558** ,000 222	-,420** ,000 221	-,622** ,000 218	-,532** ,000 211	-,492** ,000 183
Band Repro in %,bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,401** ,000 222	-,541** ,000 222	-,546** ,000 222	-,566** ,000 222	-,414** ,000 221	-,536** ,000 218	-,526** ,000 211	-,506** ,000 183

		Tonaudio metrie LL Frequenz 1 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 2 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 3 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 4 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 1 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 2 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 3 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 4 kHz
Band Repro in %, bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,344** ,000 222	-,422** ,000 222	-,473** ,000 222	-,560** ,000 222	-,379** ,000 221	-,433** ,000 218	-,471** ,000 211	-,551** ,000 183
Band SNR in dB, bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,410** ,000 196	-,419** ,000 196	-,370** ,000 196	-,387** ,000 196	-,383** ,000 196	-,404** ,000 194	-,342** ,000 187	-,403** ,000 164
Band SNR in dB, bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,395** ,000 176	-,546** ,000 176	-,487** ,000 176	-,525** ,000 176	-,372** ,000 175	-,533** ,000 175	-,472** ,000 170	-,486** ,000 153
Band SNR in dB, bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,466** ,000 142	-,602** ,000 142	-,562** ,000 142	-,607** ,000 142	-,451** ,000 142	-,581** ,000 141	-,539** ,000 139	-,548** ,000 128
Band SNR in dB, bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,242** ,007 122	-,364** ,000 122	-,410** ,000 122	-,556** ,000 122	-,269** ,003 122	-,359** ,000 120	-,384** ,000 119	-,545** ,000 112
Umkodierter DP bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,288** ,000 222	-,213** ,001 222	-,184** ,006 222	-,188** ,005 222	-,286** ,000 221	-,231** ,001 218	-,169* ,014 211	-,193** ,009 183
Umkodierung DP bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,198** ,003 222	-,259** ,000 222	-,215** ,001 222	-,190** ,004 222	-,210** ,002 221	-,263** ,000 218	-,194** ,005 211	-,249** ,001 183
Umkodierung DP bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,104 ,124 222	-,089 ,189 222	-,111 ,098 222	-,123 ,067 222	-,045 ,503 221	-,042 ,538 218	-,093 ,181 211	-,072 ,334 183
Umkodierung DP bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,026 ,695 222	-,114 ,089 222	-,088 ,191 222	-,071 ,293 222	-,025 ,715 221	-,118 ,083 218	-,105 ,129 211	-,138 ,063 183

		Band Repro in %,bei 1 kHz	Band Repro in %,bei 2 kHz	Band Repro in %,bei 3 kHz	Band Repro in %,bei 4 kHz	Band SNR in dB,bei 1 kHz	Band SNR in dB,bei 2 kHz	Band SNR in dB,bei 3 kHz
Tonaudiometrie LL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,480** ,000 222	-,444** ,000 222	-,401** ,000 222	-,344** ,000 222	-,410** ,000 196	-,395** ,000 176	-,466** ,000 142
Tonaudiometrie LL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,469** ,000 222	-,637** ,000 222	-,541** ,000 222	-,422** ,000 222	-,419** ,000 196	-,546** ,000 176	-,602** ,000 142
Tonaudiometrie LL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,411** ,000 222	-,561** ,000 222	-,546** ,000 222	-,473** ,000 222	-,370** ,000 196	-,487** ,000 176	-,562** ,000 142
Tonaudiometrie LL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,395** ,000 222	-,558** ,000 222	-,566** ,000 222	-,560** ,000 222	-,387** ,000 196	-,525** ,000 176	-,607** ,000 142
Tonaudiometrie KL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,437** ,000 221	-,420** ,000 221	-,414** ,000 221	-,379** ,000 221	-,383** ,000 196	-,372** ,000 175	-,451** ,000 142
Tonaudiometrie KL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,446** ,000 218	-,622** ,000 218	-,536** ,000 218	-,433** ,000 218	-,404** ,000 194	-,533** ,000 175	-,581** ,000 141
Tonaudiometrie KL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,376** ,000 211	-,532** ,000 211	-,526** ,000 211	-,471** ,000 211	-,342** ,000 187	-,472** ,000 170	-,539** ,000 139
Tonaudiometrie KL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,399** ,000 183	-,492** ,000 183	-,506** ,000 183	-,551** ,000 183	-,403** ,000 164	-,486** ,000 153	-,548** ,000 128
Band Repro in %,bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	1,000 , 222	,591** ,000 222	,312** ,000 222	,257** ,000 222	,992** ,000 196	,518** ,000 176	,469** ,000 142
Band Repro in %,bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,591** ,000 222	1,000 , 222	,646** ,000 222	,488** ,000 222	,544** ,000 196	,983** ,000 176	,757** ,000 142
Band Repro in %,bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,312** ,000 222	,646** ,000 222	1,000 , 222	,747** ,000 222	,262** ,000 196	,616** ,000 176	,900** ,000 142



		Band Repro in %,bei 1 kHz	Band Repro in %,bei 2 kHz	Band Repro in %,bei 3 kHz	Band Repro in %,bei 4 kHz	Band SNR in dB,bei 1 kHz	Band SNR in dB,bei 2 kHz	Band SNR in dB,bei 3 kHz
Band Repro in %,bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,257** ,000 222	,488** ,000 222	,747** ,000 222	1,000 , 222	,254** ,000 196	,468** ,000 176	,671** ,000 142
Band SNR in dB,bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,992** ,000 196	,544** ,000 196	,262** ,000 196	,254** ,000 196	1,000 , 196	,463** ,000 161	,438** ,000 132
Band SNR in dB,bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,518** ,000 176	,983** ,000 176	,616** ,000 176	,468** ,000 176	,463** ,000 161	1,000 , 176	,728** ,000 125
Band SNR in dB,bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,469** ,000 142	,757** ,000 142	,900** ,000 142	,671** ,000 142	,438** ,000 132	,728** ,000 125	1,000 , 142
Band SNR in dB,bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,266** ,003 122	,521** ,000 122	,700** ,000 122	,830** ,000 122	,299** ,001 114	,506** ,000 112	,734** ,000 95
Umkodierter DP bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,440** ,000 222	,163* ,015 222	,036 ,593 222	-,080 ,237 222	,387** ,000 196	,118 ,119 176	,061 ,467 142
Umkodierung DP bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,255** ,000 222	,230** ,001 222	,134* ,046 222	,084 ,213 222	,208** ,004 196	,283** ,000 176	,260** ,002 142
Umkodierung DP bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,131 ,051 222	,183** ,006 222	,082 ,225 222	,048 ,476 222	,158* ,027 196	,206** ,006 176	,239** ,004 142
Umkodierung DP bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,131 ,050 222	,170* ,011 222	-,076 ,261 222	-,126 ,061 222	,133 ,064 196	,180* ,017 176	,163 ,053 142

		Band SNR in dB, bei 4 kHz	Umkodierter DP bei 1 kHz	Umkodierung DP bei 2 kHz	Umkodierung DP bei 3 kHz	Umkodierung DP bei 4 kHz
Tonaudiometrie LL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,242** ,007 122	-,288** ,000 222	-,198** ,003 222	-,104 ,124 222	-,026 ,695 222
Tonaudiometrie LL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,364** ,000 122	-,213** ,001 222	-,259** ,000 222	-,089 ,189 222	-,114 ,089 222
Tonaudiometrie LL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,410** ,000 122	-,184** ,006 222	-,215** ,001 222	-,111 ,098 222	-,088 ,191 222
Tonaudiometrie LL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,556** ,000 122	-,188** ,005 222	-,190** ,004 222	-,123 ,067 222	-,071 ,293 222
Tonaudiometrie KL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,269** ,003 122	-,286** ,000 221	-,210** ,002 221	-,045 ,503 221	-,025 ,715 221
Tonaudiometrie KL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,359** ,000 120	-,231** ,001 218	-,263** ,000 218	-,042 ,538 218	-,118 ,083 218
Tonaudiometrie KL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,384** ,000 119	-,169* ,014 211	-,194** ,005 211	-,093 ,181 211	-,105 ,129 211
Tonaudiometrie KL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,545** ,000 112	-,193** ,009 183	-,249** ,001 183	-,072 ,334 183	-,138 ,063 183
Band Repro in %, bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,266** ,003 122	,440** ,000 222	,255** ,000 222	,131 ,051 222	,131 ,050 222
Band Repro in %, bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,521** ,000 122	,163* ,015 222	,230** ,001 222	,183** ,006 222	,170* ,011 222
Band Repro in %, bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,700** ,000 122	,036 ,593 222	,134* ,046 222	,082 ,225 222	-,076 ,261 222

		Band SNR in dB, bei 4 kHz	Umkodierter DP bei 1 kHz	Umkodierung DP bei 2 kHz	Umkodierung DP bei 3 kHz	Umkodierung DP bei 4 kHz
Band Repro in %, bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	,830**	-,080	,084	,048	-,126
	Sig. (2-seitig)	,000	,237	,213	,476	,061
	N	122	222	222	222	222
Band SNR in dB, bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient	,299**	,387**	,208**	,158*	,133
	Sig. (2-seitig)	,001	,000	,004	,027	,064
	N	114	196	196	196	196
Band SNR in dB, bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient	,506**	,118	,283**	,206**	,180*
	Sig. (2-seitig)	,000	,119	,000	,006	,017
	N	112	176	176	176	176
Band SNR in dB, bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient	,734**	,061	,260**	,239**	,163
	Sig. (2-seitig)	,000	,467	,002	,004	,053
	N	95	142	142	142	142
Band SNR in dB, bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	1,000	-,061	,223*	,204*	,155
	Sig. (2-seitig)	,	,506	,013	,024	,089
	N	122	122	122	122	122
Umkodierter DP bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient	-,061	1,000	,211**	,115	,046
	Sig. (2-seitig)	,506	,	,002	,087	,498
	N	122	222	222	222	222
Umkodierung DP bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient	,223*	,211**	1,000	,149*	,342**
	Sig. (2-seitig)	,013	,002	,	,026	,000
	N	122	222	222	222	222
Umkodierung DP bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient	,204*	,115	,149*	1,000	,256**
	Sig. (2-seitig)	,024	,087	,026	,	,000
	N	122	222	222	222	222
Umkodierung DP bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	,155	,046	,342**	,256**	1,000
	Sig. (2-seitig)	,089	,498	,000	,000	,
	N	122	222	222	222	222

\*\* . Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 signifikant (2-seitig).

\* . Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 signifikant (2-seitig).

## Gruppe B, weiblich (Innenohrschwerhörigkeit)

		Tonaudiometrie LL Frequenz 1 kHz	Tonaudiometrie LL Frequenz 2 kHz	Tonaudiometrie LL Frequenz 3 kHz	Tonaudiometrie LL Frequenz 4 kHz	Tonaudiometrie KL Frequenz 1 kHz	Tonaudiometrie KL Frequenz 2 kHz	Tonaudiometrie KL Frequenz 3 kHz	Tonaudiometrie KL Frequenz 4 kHz
Tonaudiometrie LL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	1.000 .000 54	.655** .000 54	.681** .000 54	.568** .000 54	.871** .000 54	.608** .000 52	.627** .000 52	.515** .000 52
Tonaudiometrie LL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.655** .000 54	1.000 .000 54	.897** .000 54	.723** .000 54	.573** .000 54	.934** .000 52	.872** .000 52	.660** .000 52
Tonaudiometrie LL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.681** .000 54	.897** .000 54	1.000 .000 54	.869** .000 54	.583** .000 54	.845** .000 52	.977** .000 52	.832** .000 52
Tonaudiometrie LL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.568** .000 54	.723** .000 54	.869** .000 54	1.000 .000 54	.481** .000 54	.643** .000 52	.839** .000 52	.970** .000 52
Tonaudiometrie KL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.871** .000 54	.573** .000 54	.583** .000 54	.481** .000 54	1.000 .000 54	.607** .000 52	.563** .000 52	.437** .001 52
Tonaudiometrie KL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.608** .000 52	.934** .000 52	.845** .000 52	.643** .000 52	.607** .000 52	1.000 .000 52	.848** .000 52	.642** .000 52
Tonaudiometrie KL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.627** .000 52	.872** .000 52	.977** .000 52	.839** .000 52	.563** .000 52	.848** .000 52	1.000 .000 52	.840** .000 52
Tonaudiometrie KL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.515** .000 52	.660** .000 52	.832** .000 52	.970** .000 52	.437** .001 52	.642** .000 52	.840** .000 52	1.000 .000 52

		Tonaudio metrie LL Frequenz 1 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 2 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 3 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 4 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 1 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 2 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 3 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 4 kHz
Band Repro in %,bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient	-.381**	-.309*	-.273*	-.389**	-.408**	-.234	-.208	-.312*
	Sig. (2-seitig)	.004	.023	.046	.004	.002	.094	.139	.024
	N	54	54	54	54	54	52	52	52
Band Repro in %,bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient	-.421**	-.575**	-.557**	-.572**	-.434**	-.566**	-.476**	-.522**
	Sig. (2-seitig)	.002	.000	.000	.000	.001	.000	.000	.000
	N	54	54	54	54	54	52	52	52
Band Repro in %,bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient	-.212	-.332*	-.431**	-.423**	-.299*	-.360**	-.393**	-.361**
	Sig. (2-seitig)	.123	.014	.001	.001	.028	.009	.004	.009
	N	54	54	54	54	54	52	52	52
Band Repro in %,bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	-.232	-.217	-.298*	-.466**	-.216	-.193	-.234	-.428**
	Sig. (2-seitig)	.092	.115	.029	.000	.117	.170	.094	.002
	N	54	54	54	54	54	52	52	52
Band SNR in dB,bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient	-.287*	-.267	-.231	-.391**	-.322*	-.230	-.200	-.338*
	Sig. (2-seitig)	.041	.058	.103	.005	.021	.109	.163	.016
	N	51	51	51	51	51	50	50	50
Band SNR in dB,bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient	-.316*	-.553**	-.529**	-.557**	-.320*	-.589**	-.492**	-.540**
	Sig. (2-seitig)	.024	.000	.000	.000	.022	.000	.000	.000
	N	51	51	51	51	51	51	51	51
Band SNR in dB,bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient	-.104	-.239	-.289	-.218	-.250	-.315*	-.267	-.157
	Sig. (2-seitig)	.492	.110	.051	.145	.094	.035	.076	.304
	N	46	46	46	46	46	45	45	45
Band SNR in dB,bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	.009	-.073	-.123	-.311*	.046	-.091	-.065	-.282
	Sig. (2-seitig)	.953	.645	.438	.045	.770	.567	.682	.070
	N	42	42	42	42	42	42	42	42
Umkodierter DP bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient	-.291*	-.205	-.205	-.213	-.301*	-.082	-.142	-.096
	Sig. (2-seitig)	.033	.138	.137	.122	.027	.562	.314	.497
	N	54	54	54	54	54	52	52	52
Umkodierung DP bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient	-.085	-.087	.006	.008	-.100	-.080	.026	.085
	Sig. (2-seitig)	.540	.531	.965	.953	.471	.573	.853	.547
	N	54	54	54	54	54	52	52	52
Umkodierung DP bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient	.073	.134	.146	.120	.023	.091	.132	.089
	Sig. (2-seitig)	.598	.335	.292	.388	.869	.522	.352	.529
	N	54	54	54	54	54	52	52	52
Umkodierung DP bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sig. (2-seitig)	.	.	.	.	.	.	.	.
	N	54	54	54	54	54	52	52	52

		Band Repro in %,bei 1 kHz	Band Repro in %,bei 2 kHz	Band Repro in %,bei 3 kHz	Band Repro in %,bei 4 kHz	Band SNR in dB,bei 1 kHz	Band SNR in dB,bei 2 kHz	Band SNR in dB,bei 3 kHz	Band SNR in dB,bei 4 kHz
Band Repro in %,bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient	1.000	.748**	.341*	.369**	.974**	.718**	.266	.355*
	Sig. (2-seitig)	.	.000	.012	.006	.000	.000	.074	.021
	N	54	54	54	54	51	51	46	42
Band Repro in %,bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient	.748**	1.000	.535**	.522**	.711**	.976**	.461**	.458**
	Sig. (2-seitig)	.000	.	.000	.000	.000	.000	.001	.002
	N	54	54	54	54	51	51	46	42
Band Repro in %,bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient	.341*	.535**	1.000	.742**	.286*	.483**	.994**	.619**
	Sig. (2-seitig)	.012	.000	.	.000	.042	.000	.000	.000
	N	54	54	54	54	51	51	46	42
Band Repro in %,bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	.369**	.522**	.742**	1.000	.371**	.455**	.670**	.944**
	Sig. (2-seitig)	.006	.000	.000	.	.007	.001	.000	.000
	N	54	54	54	54	51	51	46	42
Band SNR in dB,bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient	.974**	.711**	.286*	.371**	1.000	.719**	.248	.346*
	Sig. (2-seitig)	.000	.000	.042	.007	.	.000	.101	.029
	N	51	51	51	51	51	50	45	40
Band SNR in dB,bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient	.718**	.976**	.483**	.455**	.719**	1.000	.404**	.436**
	Sig. (2-seitig)	.000	.000	.000	.001	.000	.	.006	.004
	N	51	51	51	51	50	51	45	41
Band SNR in dB,bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient	.266	.461**	.994**	.670**	.248	.404**	1.000	.592**
	Sig. (2-seitig)	.074	.001	.000	.000	.101	.006	.	.000
	N	46	46	46	46	45	45	46	41
Band SNR in dB,bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	.355*	.458**	.619**	.944**	.346*	.436**	.592**	1.000
	Sig. (2-seitig)	.021	.002	.000	.000	.029	.004	.000	.
	N	42	42	42	42	40	41	41	42
Umkodierter DP bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient	.311*	.367**	.258	.299*	.285*	.218	.340*	.099
	Sig. (2-seitig)	.022	.006	.060	.028	.043	.124	.021	.531
	N	54	54	54	54	51	51	46	42
Umkodierung DP bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient	.160	.165	.064	-.017	.200	.200	.052	-.107
	Sig. (2-seitig)	.247	.234	.645	.902	.160	.160	.729	.500
	N	54	54	54	54	51	51	46	42
Umkodierung DP bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient	-.115	.089	.067	.243	-.096	-.014	.113	-.026
	Sig. (2-seitig)	.408	.524	.632	.076	.502	.920	.456	.871
	N	54	54	54	54	51	51	46	42
Umkodierung DP bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sig. (2-seitig)	.	.	.	.	.	.	.	.
	N	54	54	54	54	51	51	46	42

## Gruppe A, männlich (Normalhörigkeit)

		Tonaudio metrie LL Frequenz 1 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 2 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 3 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 4 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 1 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 2 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 3 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 4 kHz
Tonaudiometrie LL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	1.000 .000 146	.332** .000 146	.344** .000 146	.360** .000 146	.790** .000 146	.288** .000 146	.348** .000 146	.385** .000 146
Tonaudiometrie LL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.332** .000 146	1.000 .000 146	.476** .000 146	.390** .000 146	.295** .000 146	.811** .000 146	.427** .000 146	.345** .000 146
Tonaudiometrie LL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.344** .000 146	.476** .000 146	1.000 .000 146	.524** .000 146	.283** .001 146	.381** .000 146	.825** .000 146	.448** .000 146
Tonaudiometrie LL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.360** .000 146	.390** .000 146	.524** .000 146	1.000 .000 146	.312** .000 146	.331** .000 146	.458** .000 146	.840** .000 146
Tonaudiometrie KL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.790** .000 146	.295** .000 146	.283** .001 146	.312** .000 146	1.000 .000 146	.483** .000 146	.462** .000 146	.464** .000 146
Tonaudiometrie KL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.288** .000 146	.811** .000 146	.381** .000 146	.331** .000 146	.483** .000 146	1.000 .000 146	.555** .000 146	.445** .000 146
Tonaudiometrie KL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.348** .000 146	.427** .000 146	.825** .000 146	.458** .000 146	.462** .000 146	.555** .000 146	1.000 .000 146	.582** .000 146
Tonaudiometrie KL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.385** .000 146	.345** .000 146	.448** .000 146	.840** .000 146	.464** .000 146	.445** .000 146	.582** .000 146	1.000 .000 146





		Band Repro in %,bei 1 kHz	Band Repro in %,bei 2 kHz	Band Repro in %,bei 3 kHz	Band Repro in %,bei 4 kHz	Band SNR in dB,bei 1 kHz	Band SNR in dB,bei 2 kHz	Band SNR in dB,bei 3 kHz	Band SNR in dB,bei 4 kHz
Band Repro in %,bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient *	1.000	.555**	.528**	.449**	.989**	.540**	.493**	.413**
	Sig. (2-seitig)	.	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	146	146	146	146	143	146	140	139
Band Repro in %,bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient	.555**	1.000	.671**	.610**	.534**	.984**	.666**	.619**
	Sig. (2-seitig)	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	146	146	146	146	143	146	140	139
Band Repro in %,bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient	.528**	.671**	1.000	.809**	.514**	.657**	.995**	.831**
	Sig. (2-seitig)	.000	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000
	N	146	146	146	146	143	146	140	139
Band Repro in %,bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	.449**	.610**	.809**	1.000	.455**	.603**	.796**	.978**
	Sig. (2-seitig)	.000	.000	.000	.	.000	.000	.000	.000
	N	146	146	146	146	143	146	140	139
Band SNR in dB,bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient *	.989**	.534**	.514**	.455**	1.000	.518**	.501**	.416**
	Sig. (2-seitig)	.000	.000	.000	.000	.	.000	.000	.000
	N	143	143	143	143	143	143	139	137
Band SNR in dB,bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient	.540**	.984**	.657**	.603**	.518**	1.000	.650**	.608**
	Sig. (2-seitig)	.000	.000	.000	.000	.000	.	.000	.000
	N	146	146	146	146	143	146	140	139
Band SNR in dB,bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient	.493**	.666**	.995**	.796**	.501**	.650**	1.000	.819**
	Sig. (2-seitig)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.	.000
	N	140	140	140	140	139	140	140	135
Band SNR in dB,bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	.413**	.619**	.831**	.978**	.416**	.608**	.819**	1.000
	Sig. (2-seitig)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.
	N	139	139	139	139	137	139	135	139
Umkodierter DP bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient	.259**	.037	.134	.146	.286**	.026	.143	.145
	Sig. (2-seitig)	.002	.659	.107	.078	.001	.756	.093	.088
	N	146	146	146	146	143	146	140	139
Umkodierung DP bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient	.106	.008	-.016	.120	.120	.003	-.010	.114
	Sig. (2-seitig)	.201	.926	.847	.150	.154	.973	.909	.183
	N	146	146	146	146	143	146	140	139
Umkodierung DP bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient	.098	.069	.121	.104	.100	.070	.	.
	Sig. (2-seitig)	.241	.407	.144	.210	.236	.401	.	.
	N	146	146	146	146	143	146	140	139
Umkodierung DP bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient	.	.	.	.	.	.	.	.
	Sig. (2-seitig)	.	.	.	.	.	.	.	.
	N	146	146	146	146	143	146	140	139

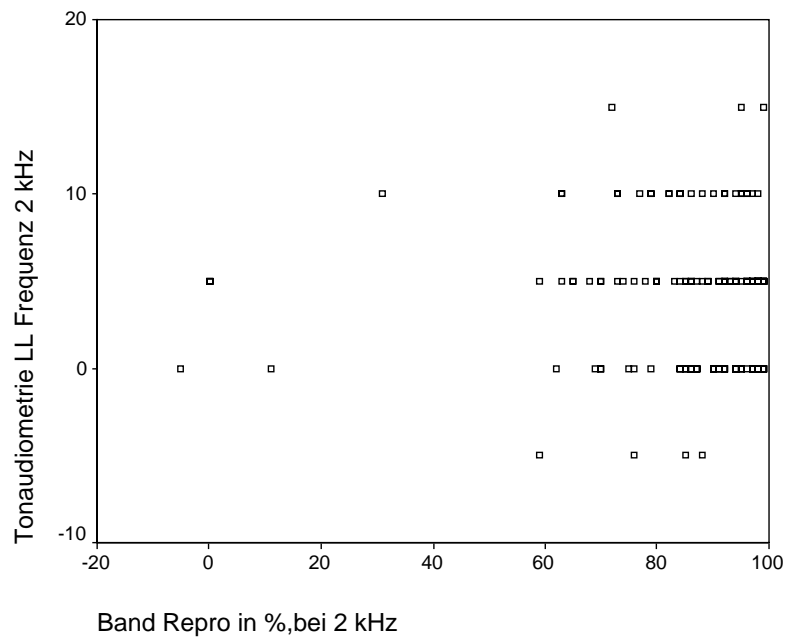
## Gruppe A, weiblich (Normalhörigkeit)

		Tonaudio metrie LL Frequenz 1 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 2 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 3 kHz	Tonaudio metrie LL Frequenz 4 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 1 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 2 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 3 kHz	Tonaudio metrie KL Frequenz 4 kHz
Tonaudiometrie LL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	1.000 .000 172	.338** .000 172	.426** .000 172	.406** .000 172	.791** .000 172	.302** .000 172	.346** .000 172	.337** .000 172
Tonaudiometrie LL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.338** .000 172	1.000 .000 172	.558** .000 172	.441** .000 172	.253** .001 172	.794** .000 172	.449** .000 172	.333** .000 172
Tonaudiometrie LL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.426** .000 172	.558** .000 172	1.000 .000 172	.617** .000 172	.375** .000 172	.443** .000 172	.869** .000 172	.545** .000 172
Tonaudiometrie LL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.406** .000 172	.441** .000 172	.617** .000 172	1.000 .000 172	.366** .000 172	.319** .000 172	.549** .000 172	.838** .000 172
Tonaudiometrie KL Frequenz 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.791** .000 172	.253** .001 172	.375** .000 172	.366** .000 172	1.000 .000 172	.413** .000 172	.492** .000 172	.506** .000 172
Tonaudiometrie KL Frequenz 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.302** .000 172	.794** .000 172	.443** .000 172	.319** .000 172	.413** .000 172	1.000 .000 172	.565** .000 172	.404** .000 172
Tonaudiometrie KL Frequenz 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.346** .000 172	.449** .000 172	.869** .000 172	.549** .000 172	.492** .000 172	.565** .000 172	1.000 .000 172	.674** .000 172
Tonaudiometrie KL Frequenz 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.337** .000 172	.333** .000 172	.545** .000 172	.838** .000 172	.506** .000 172	.404** .000 172	.674** .000 172	1.000 .000 172

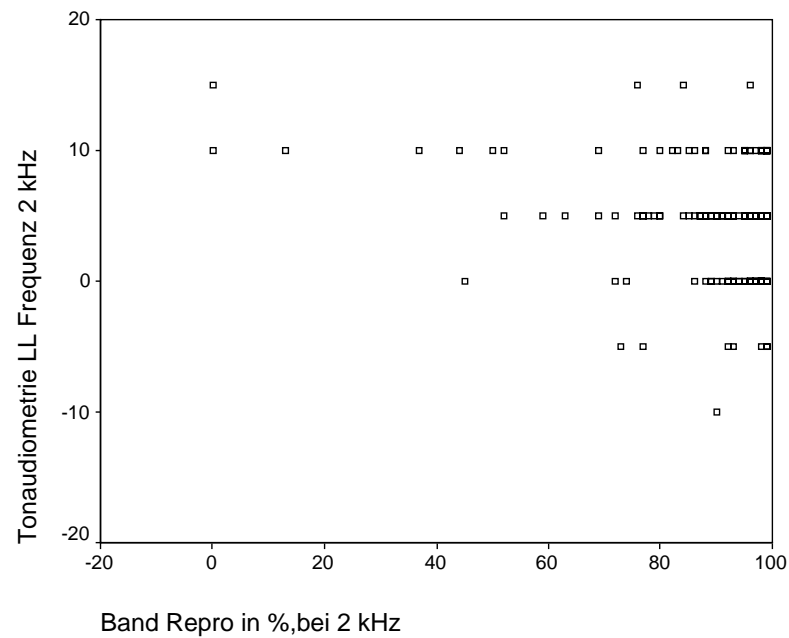


		Band Repro in %,bei 1 kHz	Band Repro in %,bei 2 kHz	Band Repro in %,bei 3 kHz	Band Repro in %,bei 4 kHz	Band SNR in dB,bei 1 kHz	Band SNR in dB,bei 2 kHz	Band SNR in dB,bei 3 kHz	Band SNR in dB,bei 4 kHz
Band Repro in %,bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	1.000 .000 172	.615** .000 172	.449** .000 172	.331** .000 172	.989** .000 170	.613** .000 172	.439** .000 172	.318** .000 167
Band Repro in %,bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.615** .000 172	1.000 .000 172	.691** .000 172	.547** .000 172	.595** .000 170	.986** .000 172	.698** .000 172	.562** .000 167
Band Repro in %,bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.449** .000 172	.691** .000 172	1.000 .000 172	.734** .000 172	.424** .000 170	.673** .000 172	.970** .000 172	.674** .000 167
Band Repro in %,bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.331** .000 172	.547** .000 172	.734** .000 172	1.000 .000 172	.328** .000 170	.536** .000 172	.696** .000 172	.932** .000 167
Band SNR in dB,bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.989** .000 170	.595** .000 170	.424** .000 170	.328** .000 170	1.000 .000 170	.603** .000 170	.409** .000 170	.304** .000 165
Band SNR in dB,bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.613** .000 172	.986** .000 172	.673** .000 172	.536** .000 172	.603** .000 170	1.000 .000 172	.690** .000 172	.557** .000 167
Band SNR in dB,bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.439** .000 172	.698** .000 172	.970** .000 172	.696** .000 172	.409** .000 170	.690** .000 172	1.000 .000 172	.705** .000 167
Band SNR in dB,bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.318** .000 167	.562** .000 167	.674** .000 167	.932** .000 167	.304** .000 165	.557** .000 167	.705** .000 167	1.000 .000 167
Umkodierter DP bei 1 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.184* .016 172	.076 .319 172	.068 .379 172	.080 .294 172	.161* .036 170	.061 .425 172	.080 .294 172	.089 .254 167
Umkodierung DP bei 2 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.157* .040 172	.212** .005 172	.137 .073 172	.130 .090 172	.157* .041 170	.222** .003 172	.164* .032 172	.147 .058 167
Umkodierung DP bei 3 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.130 .088 172	.129 .091 172	.120 .118 172	.104 .174 172	.130 .090 170	.132 .085 172	.132 .085 172	.134 .085 167
Umkodierung DP bei 4 kHz	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	.091 .236 172	.078 .307 172	.179* .018 172	.167* .028 172	.091 .239 170	.085 .269 172	.184* .016 172	.089 .016 167

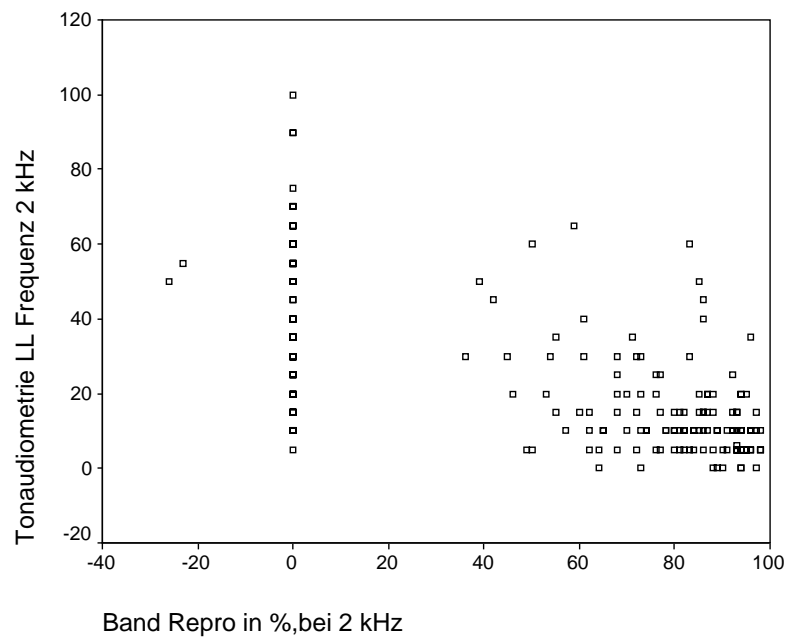
normalhörend männlich



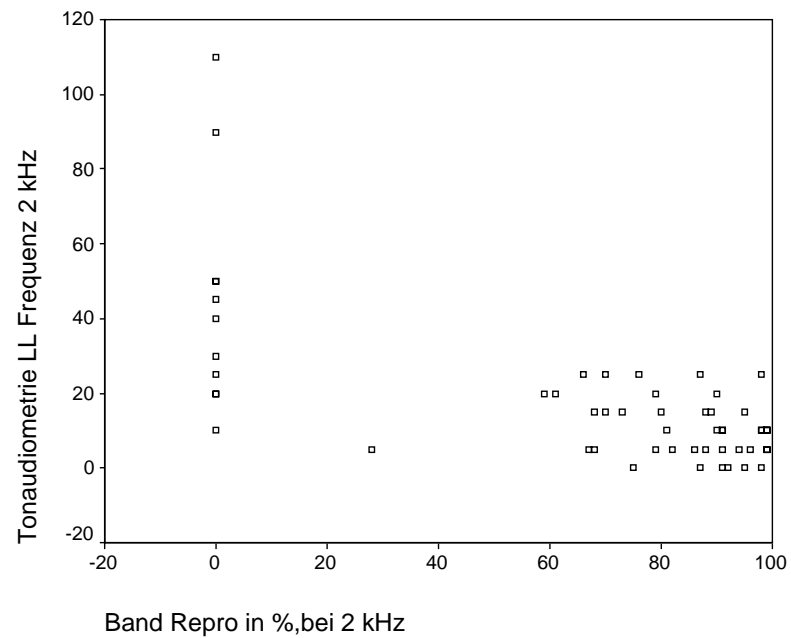
normalhörend weiblich



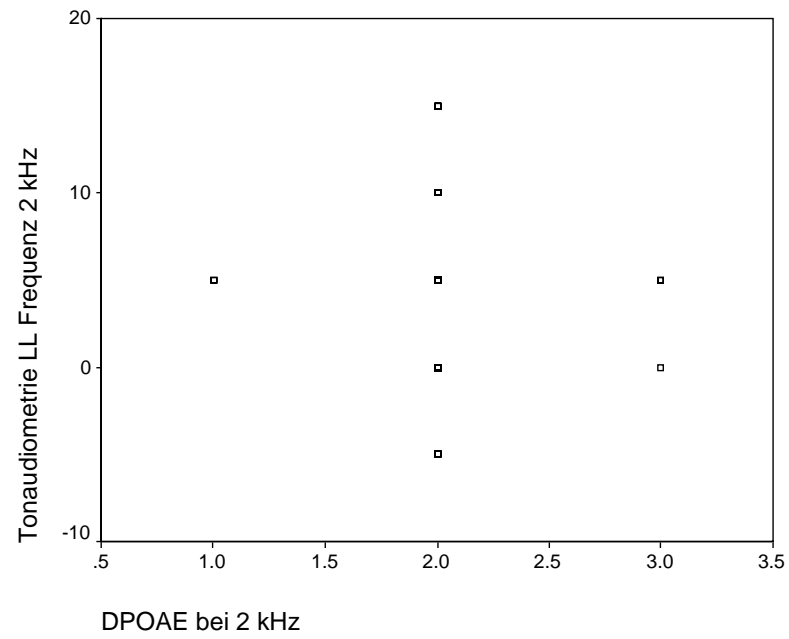
innenohrschwerhörig männlich



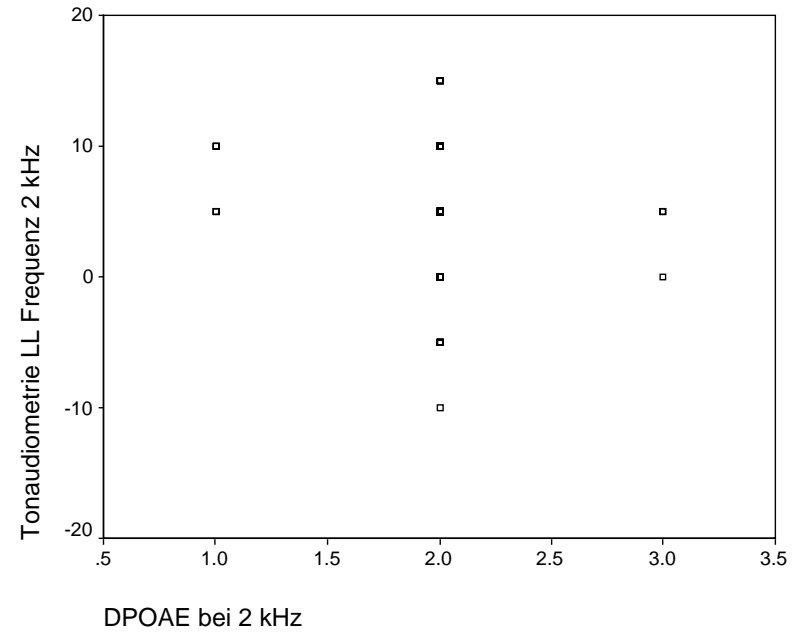
innenohrschwerhörig weiblich



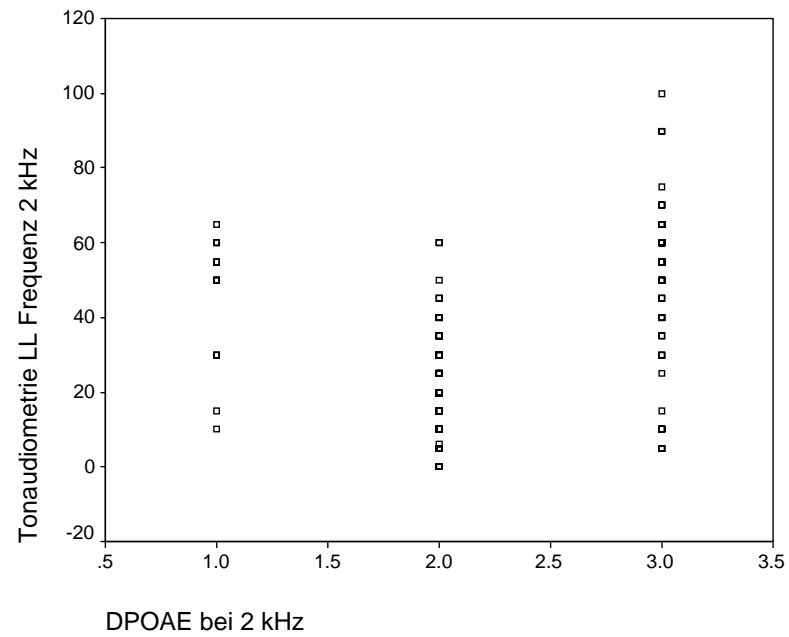
normalhörend männlich



normalhörend weiblich

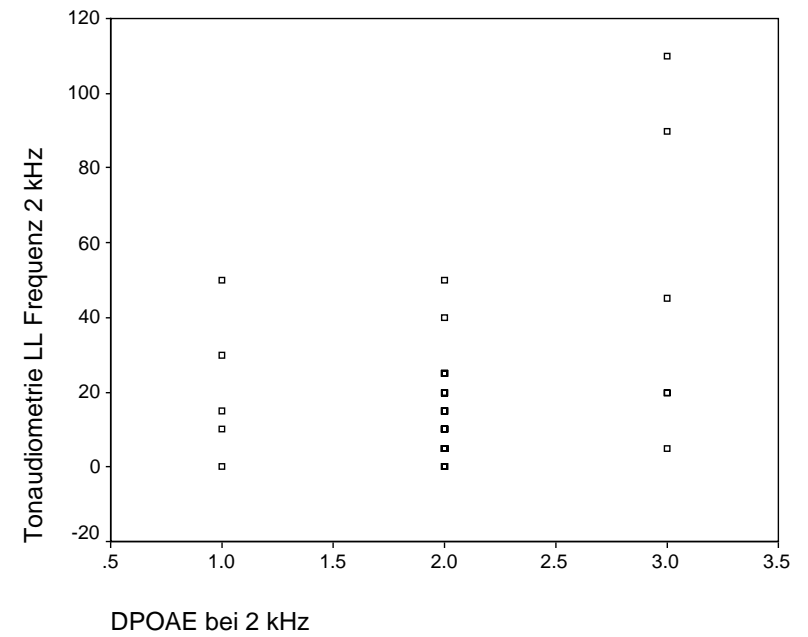


innenohrschwerhörig männlich



Mess-Parameter Gruppen A und B, männlich/weiblich gemeinsam

innenohrschwerhörig weiblich





## A4 Resultate der Varianzanalysen und des Kruskal-Wallis-Tests

A4a Varianzanalyse

SEX = maennlich, unabhängige Variable = Imobj

Test der Homogenität der Varianzen <sup>a</sup>

	Levene-S tastistik	df1	df2	Signifikan z
Band SNR in dB,bei 1 kHz	2.315	3	335	.076
Band SNR in dB,bei 2 kHz	.616	3	318	.605
Band SNR in dB,bei 3 kHz	1.457	3	278	.227
Band SNR in dB,bei 4 kHz	.516	3	257	.672
TEOAE-Antwort in dB	1.320	3	299	.268

a. Geschlecht = maennlich

ANOVA<sup>a</sup>

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Band SNR in dB, bei 1 kHz	Zwischen den Gruppen	1386.884	3	462.295	13.526	.000
	Innerhalb der Gruppen	11449,94	335	34.179		
	Gesamt	12836,82	338			
Band SNR in dB, bei 2 kHz	Zwischen den Gruppen	1780.257	3	593.419	14.473	.000
	Innerhalb der Gruppen	13038,21	318	41.001		
	Gesamt	14818,47	321			
Band SNR in dB, bei 3 kHz	Zwischen den Gruppen	1428.169	3	476.056	10.480	.000
	Innerhalb der Gruppen	12628,47	278	45.426		
	Gesamt	14056,64	281			
Band SNR in dB, bei 4 kHz	Zwischen den Gruppen	924.330	3	308.110	6.802	.000
	Innerhalb der Gruppen	11641,98	257	45.300		
	Gesamt	12566,31	260			
TEOAE-Antwort in dB	Zwischen den Gruppen	513.556	3	171.185	7.201	.000
	Innerhalb der Gruppen	7108.361	299	23.774		
	Gesamt	7621.917	302			

a. Geschlecht = maennlich



## Post-Hoc-Test Bonferroni

			Mittlere Differenz (I-J)	Standardf ehler	Signifikanz	95%- Konfidenzinte rvall		
Abhängige Variable	(I) Gruppe Imobj	(J) Gruppe Imobj				Untergrenze	Obergrenze	
Band SNR in dB, bei 1 kHz	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	4.30	1.09	.001	1.41	7.20	
		>80 dB, <= 85 dB	3.03	1.03	.022	.28	5.77	
		>85 dB	4.53	.74	.000	2.57	6.49	
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	>80 dB, <= 85 dB	-4.30	1.09	.001	-7.20	-1.41
			>80 dB, <= 85 dB	-1.28	1.28	1.000	-4.67	2.12
			>85 dB	.23	1.05	1.000	-2.57	3.03
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	-3.03	1.03	.022	-5.77	-.28
			>75 dB, <80 dB	1.28	1.28	1.000	-2.12	4.67
			>85 dB	1.50	1.00	.796	-1.14	4.15
		>85 dB	<=75 dB	-4.53	.74	.000	-6.49	-2.57
			>75 dB, <80 dB	-.23	1.05	1.000	-3.03	2.57
			>80 dB, <= 85 dB	-1.50	1.00	.796	-4.15	1.14
Band SNR in dB, bei 2 kHz	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	5.93	1.17	.000	2.81	9.04	
		>80 dB, <= 85 dB	4.77	1.18	.000	1.62	7.91	
		>85 dB	4.61	.83	.000	2.41	6.81	
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	>80 dB, <= 85 dB	-5.93	1.17	.000	-9.04	-2.81
			>80 dB, <= 85 dB	-1.16	1.42	1.000	-4.94	2.62
			>85 dB	-1.32	1.14	1.000	-4.36	1.72

	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	-4.77	1.18	.000	-7.91	-1.62
		>75 dB, <80 dB	1.16	1.42	1.000	-2.62	4.94
		>85 dB	-.16	1.16	1.000	-3.23	2.91
	>85 dB	<=75 dB	-4.61	.83	.000	-6.81	-2.41
		>75 dB, <80 dB	1.32	1.14	1.000	-1.72	4.36
		>80 dB, <= 85 dB	.16	1.16	1.000	-2.91	3.23
Band SNR in dB, bei 3 kHz	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	5.31	1.33	.000	1.79	8.84
		>80 dB, <= 85 dB	3.41	1.34	.070	-.16	6.97
		>85 dB	4.63	.92	.000	2.19	7.07
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-5.31	1.33	.000	-8.84	-1.79
		>80 dB, <= 85 dB	-1.91	1.65	1.000	-6.28	2.47
		>85 dB	-.68	1.33	1.000	-4.20	2.84
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	-3.41	1.34	.070	-6.97	.16
		>75 dB, <80 dB	1.91	1.65	1.000	-2.47	6.28
		>85 dB	1.22	1.34	1.000	-2.34	4.79
	>85 dB	<=75 dB	-4.63	.92	.000	-7.07	-2.19
		>75 dB, <80 dB	.68	1.33	1.000	-2.84	4.20
		>80 dB, <= 85 dB	-1.22	1.34	1.000	-4.79	2.34
Band SNR in dB, bei 4 kHz	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	3.46	1.40	.085	-.26	7.18
		>80 dB, <= 85 dB	1.13	1.50	1.000	-2.87	5.13
		>85 dB	4.05	.94	.000	1.56	6.55
	>75 dB,	<=75 dB	-3.46	1.40	.085	-7.18	.26

	<80 dB						
		>80 dB, <= 85 dB	-2.33	1.82	1.000	-7.17	2.52
		>85 dB	.60	1.39	1.000	-3.11	4.30
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	-1.13	1.50	1.000	-5.13	2.87
		>75 dB, <80 dB	2.33	1.82	1.000	-2.52	7.17
		>85 dB	2.92	1.50	.313	-1.06	6.90
	>85 dB	<=75 dB	-4.05	.94	.000	-6.55	-1.56
		>75 dB, <80 dB	-.60	1.39	1.000	-4.30	3.11
		>80 dB, <= 85 dB	-2.92	1.50	.313	-6.90	1.06
TEOAE-Antwort in dB	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	2.653	.982	.044	4.341E-02	5.262
		>80 dB, <= 85 dB	.681	.921	1.000	-1.764	3.127
		>85 dB	2.775	.641	.000	1.073	4.478
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-2.653	.982	.044	-5.262	-4.341E-02
		>80 dB, <= 85 dB	-1.971	1.170	.558	-5.078	1.136
		>85 dB	.123	.965	1.000	-2.441	2.686
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	-.681	.921	1.000	-3.127	1.764
		>75 dB, <80 dB	1.971	1.170	.558	-1.136	5.078
		>85 dB	2.094	.902	.126	-.303	4.491
	>85 dB	<=75 dB	-2.775	.641	.000	-4.478	-1.073
		>75 dB, <80 dB	-.123	.965	1.000	-2.686	2.441
		>80 dB, <= 85 dB	-2.094	.902	.126	-4.491	.303

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe .05 signifikant.

SEX = weiblich, unabhängige Variable = Imobj

**Test der Homogenität der Varianzen <sup>a</sup>**

	Levene-S tastistik	df1	df2	Signifikan z
Band SNR in dB,bei 1 kHz	.266	2	218	.766
Band SNR in dB,bei 2 kHz	.945	2	220	.390
Band SNR in dB,bei 3 kHz	1.112	2	215	.331
Band SNR in dB,bei 4 kHz	.583	2	206	.559
TEOAE-Antwort in dB	.029	2	216	.971

a. Geschlecht = weiblich

ANOVA<sup>a</sup>

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Band SNR in dB, bei 1 kHz	Zwischen den Gruppen	299.692	2	149.846	4.041	.019
	Innerhalb der Gruppen	8084.607	218	37.085		
	Gesamt	8384.299	220			
Band SNR in dB, bei 2 kHz	Zwischen den Gruppen	142.165	2	71.083	1.426	.242
	Innerhalb der Gruppen	10966,64	220	49.848		
	Gesamt	11108,81	222			
Band SNR in dB, bei 3 kHz	Zwischen den Gruppen	361.877	2	180.938	3.753	.025
	Innerhalb der Gruppen	10365,50	215	48.212		
	Gesamt	10727,38	217			
Band SNR in dB, bei 4 kHz	Zwischen den Gruppen	184.933	2	92.467	1.893	.153
	Innerhalb der Gruppen	10060,21	206	48.836		
	Gesamt	10245,14	208			
TEOAE-Antwort in dB	Zwischen den Gruppen	176.392	2	88.196	3.583	.029
	Innerhalb der Gruppen	5316.226	216	24.612		
	Gesamt	5492.618	218			

a. Geschlecht = weiblich



## Post-Hoc-Tests Bonferroni

			Mittlere Differenz (I-J)	Standardfe- hler	Signifikanz	95%- Konfidenzint- ervall	
Abhängige Variable	(I) Gruppe l mobj	(J) Gruppe l mobj				Untergrenze	Obergrenze
Band SNR in dB, bei 1 kHz	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	3.98	1.54	.031	.26	7.69
		>80 dB, <= 85 dB	2.66	1.97	.538	-2.10	7.43
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-3.98	1.54	.031	-7.69	-.26
		>80 dB, <= 85 dB	-1.32	2.43	1.000	-7.17	4.54
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	-2.66	1.97	.538	-7.43	2.10
Band SNR in dB, bei 2 kHz		>75 dB, <80 dB	1.32	2.43	1.000	-4.54	7.17
	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	2.67	1.84	.440	-1.75	7.10
		>80 dB, <= 85 dB	-1.75	2.29	1.000	-7.27	3.77
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-2.67	1.84	.440	-7.10	1.75
		>80 dB, <= 85 dB	-4.43	2.85	.364	-11.29	2.44
Band SNR in dB, bei 3 kHz	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	1.75	2.29	1.000	-3.77	7.27
		>75 dB, <80 dB	4.43	2.85	.364	-2.44	11.29
	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	4.99	1.86	.024	.50	9.48
		>80 dB, <= 85 dB	1.70	2.37	1.000	-4.01	7.41
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-4.99	1.86	.024	-9.48	-.50
Band SNR in dB, bei 4 kHz		>80 dB, <= 85 dB	-3.29	2.93	.788	-10.35	3.78
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	-1.70	2.37	1.000	-7.41	4.01
		>75 dB, <80 dB	3.29	2.93	.788	-3.78	10.35
	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	3.76	2.00	.186	-1.08	8.60
		>80 dB, <= 85 dB	1.54	2.52	1.000	-4.55	7.63
Band SNR in dB, bei 4 kHz	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-3.76	2.00	.186	-8.60	1.08
		>80 dB, <= 85 dB	-2.22	3.14	1.000	-9.80	5.36
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	-1.54	2.52	1.000	-7.63	4.55
		>75 dB, <80 dB	2.22	3.14	1.000	-5.36	9.80

TEOAE- Antwort in dB	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	3.296	1.290	.034	.182	6.409
		>80 dB, <= 85 dB	-1.103	1.692	1.000	-5.185	2.978
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-3.296	1.290	.034	-6.409	-.182
		>80 dB, <= 85 dB	-4.399	2.067	.103	-9.387	.588
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	1.103	1.692	1.000	-2.978	5.185
		>75 dB, <80 dB	4.399	2.067	.103	-.588	9.387

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe .05 signifikant.

SEX = maennlich, unabhängige Variable = Imghs

### Test der Homogenität der Varianzen

	Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
Band SNR in dB,bei 1 kHz	1.383	3	335	.248
Band SNR in dB,bei 2 kHz	2.205	3	318	.087
Band SNR in dB,bei 3 kHz	1.599	3	278	.190
Band SNR in dB,bei 4 kHz	.486	3	257	.692
TEOAE-Antwort in dB	.290	3	299	.832

### ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Band SNR in dB,bei 1 kHz	Zwischen den Gruppen	639.645	3	213.215	5.856	.001
	Innerhalb der Gruppen	12197.175	335	36.409		
	Gesamt	12836.820	338			
Band SNR in dB,bei 2 kHz	Zwischen den Gruppen	1121.943	3	373.981	8.683	.000
	Innerhalb der Gruppen	13696.529	318	43.071		
	Gesamt	14818.472	321			
Band SNR in dB,bei 3 kHz	Zwischen den Gruppen	901.264	3	300.421	6.349	.000
	Innerhalb der Gruppen	13155.374	278	47.321		
	Gesamt	14056.638	281			
Band SNR in dB,bei 4 kHz	Zwischen den Gruppen	220.301	3	73.434	1.529	.208
	Innerhalb der Gruppen	12346.006	257	48.039		
	Gesamt	12566.307	260			
TEOAE-Antwort in dB	Zwischen den Gruppen	203.580	3	67.860	2.735	.044
	Innerhalb der Gruppen	7418.337	299	24.810		
	Gesamt	7621.917	302			

Post-Hoc-Tests  
**Mehrfachvergleiche**  
 Bonferroni

Abhängige Variable	(I) Gruppe Imghs	(J) Gruppe Imghs	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Band SNR in dB, bei 1 kHz	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	1.69	.96	.486	-.87	4.24
		>80 dB, <= 85 dB	1.00	1.01	1.000	-1.69	3.68
		>85 dB	3.49	.84	.000	1.25	5.73
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-1.69	.96	.486	-4.24	.87
		>80 dB, <= 85 dB	-.69	1.23	1.000	-3.97	2.59
		>85 dB	1.80	1.10	.616	-1.12	4.72
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	-1.00	1.01	1.000	-3.68	1.69
		>75 dB, <80 dB	.69	1.23	1.000	-2.59	3.97
		>85 dB	2.49	1.14	.180	-.54	5.53
	>85 dB	<=75 dB	-3.49	.84	.000	-5.73	-1.25
		>75 dB, <80 dB	-1.80	1.10	.616	-4.72	1.12
		>80 dB, <= 85 dB	-2.49	1.14	.180	-5.53	.54

<b>Band SNR in dB,bei 2 kHz</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	3.85	1.04	.002	1.08	6.62
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	2.93	1.16	.072	-.15	6.00
		<b>&gt;85 dB</b>	4.02	.96	.000	1.46	6.57
	<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-3.85	1.04	.002	-6.62	-1.08
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	-.92	1.38	1.000	-4.59	2.74
		<b>&gt;85 dB</b>	.17	1.22	1.000	-3.07	3.41
	<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-2.93	1.16	.072	-6.00	.15
		<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	.92	1.38	1.000	-2.74	4.59
		<b>&gt;85 dB</b>	1.09	1.32	1.000	-2.41	4.59
	<b>&gt;85 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-4.02	.96	.000	-6.57	-1.46
		<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	-.17	1.22	1.000	-3.41	3.07
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	-1.09	1.32	1.000	-4.59	2.41
<b>Band SNR in dB,bei 3 kHz</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	3.38	1.20	.032	.19	6.57
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	1.14	1.29	1.000	-2.29	4.57
		<b>&gt;85 dB</b>	4.24	1.08	.001	1.35	7.12
	<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-3.38	1.20	.032	-6.57	-.19
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	-2.24	1.57	.938	-6.42	1.95
		<b>&gt;85 dB</b>	.86	1.41	1.000	-2.89	4.60
	<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-1.14	1.29	1.000	-4.57	2.29
		<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	2.24	1.57	.938	-1.95	6.42
		<b>&gt;85 dB</b>	3.10	1.49	.230	-.86	7.05
	<b>&gt;85 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-4.24	1.08	.001	-7.12	-1.35
		<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	-.86	1.41	1.000	-4.60	2.89
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	-3.10	1.49	.230	-7.05	.86

<b>Band SNR in dB, bei 4 kHz</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	1.50	1.24	1.000	-1.80	4.80
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	.58	1.39	1.000	-3.13	4.28
		<b>&gt;85 dB</b>	2.31	1.16	.281	-.77	5.38
	<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-1.50	1.24	1.000	-4.80	1.80
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	-.93	1.67	1.000	-5.38	3.53
		<b>&gt;85 dB</b>	.81	1.48	1.000	-3.14	4.75
	<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-.58	1.39	1.000	-4.28	3.13
		<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	.93	1.67	1.000	-3.53	5.38
		<b>&gt;85 dB</b>	1.73	1.61	1.000	-2.56	6.02
	<b>&gt;85 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-2.31	1.16	.281	-5.38	.77
		<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	-.81	1.48	1.000	-4.75	3.14
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	-1.73	1.61	1.000	-6.02	2.56
<b>TEOAE-Antwort in dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	1.016	.850	1.000	-1.240	3.273
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	.873	.865	1.000	-1.426	3.171
		<b>&gt;85 dB</b>	2.120	.756	.032	.112	4.128
	<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-1.016	.850	1.000	-3.273	1.240
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	-.144	1.075	1.000	-2.998	2.710
		<b>&gt;85 dB</b>	1.104	.989	1.000	-1.522	3.730
	<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-.873	.865	1.000	-3.171	1.426
		<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	.144	1.075	1.000	-2.710	2.998
		<b>&gt;85 dB</b>	1.248	1.002	1.000	-1.414	3.909
	<b>&gt;85 dB</b>	<b>&lt;=75 dB</b>	-2.120	.756	.032	-4.128	-.112
		<b>&gt;75 dB, &lt;80 dB</b>	-1.104	.989	1.000	-3.730	1.522
		<b>&gt;80 dB, &lt;= 85 dB</b>	-1.248	1.002	1.000	-3.909	1.414

SEX = weiblich, unabhängige Variable = Imghs

#### Test der Homogenität der Varianzen

	Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
Band SNR in dB,bei 1 kHz	.266	2	218	.766
Band SNR in dB,bei 2 kHz	.945	2	220	.390
Band SNR in dB,bei 3 kHz	1.112	2	215	.331
Band SNR in dB,bei 4 kHz	.583	2	206	.559
TEOAE-Antwort in dB	.029	2	216	.971

#### ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Band SNR in dB,bei 1 kHz	Zwischen den Gruppen	299.692	2	149.846	4.041	.019
	Innerhalb der Gruppen	8084.607	218	37.085		
	Gesamt	8384.299	220			
Band SNR in dB,bei 2 kHz	Zwischen den Gruppen	142.165	2	71.083	1.426	.242
	Innerhalb der Gruppen	10966.642	220	49.848		
	Gesamt	11108.807	222			
Band SNR in dB,bei 3 kHz	Zwischen den Gruppen	361.877	2	180.938	3.753	.025
	Innerhalb der Gruppen	10365.499	215	48.212		
	Gesamt	10727.376	217			
Band SNR in dB,bei 4 kHz	Zwischen den Gruppen	184.933	2	92.467	1.893	.153
	Innerhalb der Gruppen	10060.206	206	48.836		
	Gesamt	10245.139	208			
TEOAE-Antwort in dB	Zwischen den Gruppen	176.392	2	88.196	3.583	.029
	Innerhalb der Gruppen	5316.226	216	24.612		
	Gesamt	5492.618	218			

Post-Hoc-Tests  
**Mehrfachvergleiche**  
 Bonferroni

Abhängige Variable	(I) Gruppe Imghs	(J) Gruppe Imghs	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Band SNR in dB,bei 1 kHz	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	3.98	1.54	.031	.26	7.69
		>80 dB, <= 85 dB	2.66	1.97	.538	-2.10	7.43
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-3.98	1.54	.031	-7.69	-.26
		>80 dB, <= 85 dB	-1.32	2.43	1.000	-7.17	4.54
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	-2.66	1.97	.538	-7.43	2.10
		>75 dB, <80 dB	1.32	2.43	1.000	-4.54	7.17
Band SNR in dB,bei 2 kHz	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	2.67	1.84	.440	-1.75	7.10
		>80 dB, <= 85 dB	-1.75	2.29	1.000	-7.27	3.77
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-2.67	1.84	.440	-7.10	1.75
		>80 dB, <= 85 dB	-4.43	2.85	.364	-11.29	2.44
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	1.75	2.29	1.000	-3.77	7.27
		>75 dB, <80 dB	4.43	2.85	.364	-2.44	11.29
Band SNR in dB,bei 3 kHz	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	4.99	1.86	.024	.50	9.48
		>80 dB, <= 85 dB	1.70	2.37	1.000	-4.01	7.41
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-4.99	1.86	.024	-9.48	-.50
		>80 dB, <= 85 dB	-3.29	2.93	.788	-10.35	3.78
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	-1.70	2.37	1.000	-7.41	4.01
		>75 dB, <80 dB	3.29	2.93	.788	-3.78	10.35
Band SNR in dB,bei 4 kHz	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	3.76	2.00	.186	-1.08	8.60
		>80 dB, <= 85 dB	1.54	2.52	1.000	-4.55	7.63
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-3.76	2.00	.186	-8.60	1.08
		>80 dB, <= 85 dB	-2.22	3.14	1.000	-9.80	5.36



	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	-1.54	2.52	1.000	-7.63	4.55
		>75 dB, <80 dB	2.22	3.14	1.000	-5.36	9.80
TEOAE-Antwort in dB	<=75 dB	>75 dB, <80 dB	3.296	1.290	.034	.182	6.409
		>80 dB, <= 85 dB	-1.103	1.692	1.000	-5.185	2.978
	>75 dB, <80 dB	<=75 dB	-3.296	1.290	.034	-6.409	-.182
		>80 dB, <= 85 dB	-4.399	2.067	.103	-9.387	.588
	>80 dB, <= 85 dB	<=75 dB	1.103	1.692	1.000	-2.978	5.185
		>75 dB, <80 dB	4.399	2.067	.103	-.588	9.387



	Band Repro %,bei 1 kHz	Band Repro %,bei 2 kHz	Band Repro %,bei 3 kHz	Band Repro %,bei 4 kHz	Band Repro %,bei 5 kHz	Band SNR i dB,bei 1 kHz	Band SNR i dB,bei 2 kHz	Band SNR i dB,bei 3 kHz	Band SNR i dB,bei 4 kHz	Band SNR i dB,bei 5 kHz
	40.959	49.788	57.664	42.626	27.208	32.088	34.559	29.061	20.326	15.962
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Signifikanz	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001

	Umkodierter DP bei 1 kHz	Umkodierung DP bei 2 kHz	Umkodierung DP bei 3 kHz	Umkodierung DP bei 4 kHz	Umkodierung DP bei 5 kHz	Umkodierung DP bei 6 kHz
	2.847	3.761	1.858	2.665	1.207	5.360
	3	3	3	3	3	3
Signifikanz	.416	.288	.602	.446	.751	.147

## LMOBJ WEIBLICH

	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio
	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL
	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz
	0.25 kHz	0.5 kHz	1 kHz	1,5 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	6 kHz	8 kHz	0.25 kHz	0.5 kHz	1 kHz	1,5 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	6 kHz	8 kHz
	.630	.580	6.171	4.361	2.585	4.697	2.447	9.820	5.751	2.484	.430	7.794	1.534	.658	1.619	2.061	4.729	.158
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Signifikanz	.730	.748	.046	.113	.275	.096	.294	.007	.056	.289	.806	.020	.464	.720	.445	.357	.094	.924

	Band Repro %,bei 1 kHz	Band Repro %,bei 2 kHz	Band Repro %,bei 3 kHz	Band Repro %,bei 4 kHz	Band Repro %,bei 5 kHz	Band SNR i dB,bei 1 kHz	Band SNR i dB,bei 2 kHz	Band SNR i dB,bei 3 kHz	Band SNR i dB,bei 4 kHz	Band SNR i dB,bei 5 kHz
	7.075	5.216	11.095	8.778	6.499	7.651	3.378	7.669	4.434	4.015
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Signifikanz	.029	.074	.004	.012	.039	.022	.185	.022	.109	.134

	Umkodierter DP bei 1 kHz	Umkodierung DP bei 2 kHz	Umkodierung DP bei 3 kHz	Umkodierung DP bei 4 kHz	Umkodierung DP bei 5 kHz	Umkodierung DP bei 6 kHz
	3.346	1.688	.284	.284	.000	11.556
	2	2	2	2	2	2
Signifikanz	.188	.430	.868	.868	1.000	.003

## Lmghs männlich

	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	Tonaudio	
	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie LL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	metrie KL	
	Frequenz:	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz:	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	Frequenz	
	0.25 kHz	0.5 kHz	1 kHz	1,5 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	6 kHz	8 kHz	0.25 kHz	0.5 kHz	1 kHz	1,5 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	6 kHz	8 kHz
	33.939	28.225	14.796	16.619	22.097	14.956	21.703	18.648	11.631	19.383	17.879	12.225	8.224	14.509	9.187	15.270	18.277	12.135
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Signifikanz	.000	.000	.002	.001	.000	.002	.000	.000	.009	.000	.000	.007	.042	.002	.027	.002	.000	.007

	Band Repro in %, bei 1 kHz	Band Repro in %, bei 2 kHz	Band Repro in %, bei 3 kHz	Band Repro in %, bei 4 kHz	Band Repro in %, bei 5 kHz	Band SNR in dB, bei 1 kHz	Band SNR in dB, bei 2 kHz	Band SNR in dB, bei 3 kHz	Band SNR in dB, bei 4 kHz	Band SNR in dB, bei 5 kHz
	13.468	23.112	22.719	14.028	14.755	15.255	23.301	18.404	5.330	13.106
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Signifikanz	.004	.000	.000	.003	.002	.002	.000	.000	.149	.004

	Umkodierter DP bei 1 kHz	Umkodierung DP bei 2 kHz	Umkodierung DP bei 3 kHz	Umkodierung DP bei 4 kHz	Umkodierung DP bei 5 kHz	Umkodierung DP bei 6 kHz
	2.036	1.970	2.742	2.050	1.317	2.888
	3	3	3	3	3	3
Signifikanz	.565	.579	.433	.562	.725	.409

## Lmghs weiblich

	Tonaudio metrie LL	Tonaudio metrie LL	Tonaudio metrie LL	Tonaudio metrie LL	Tonaudio metrie LL	Tonaudio metrie LL	Tonaudio metrie LL	Tonaudio metrie LL	Tonaudio metrie LL	Tonaudio metrie KL	Tonaudio metrie KL	Tonaudio metrie KL	Tonaudio metrie KL	Tonaudio metrie KL	Tonaudio metrie KL	Tonaudio metrie KL	Tonaudio metrie KL	
	Frequenz: 0.25 kHz	Frequenz: 0.5 kHz	Frequenz: 1 kHz	Frequenz: 1,5 kHz	Frequenz: 2 kHz	Frequenz: 3 kHz	Frequenz: 4 kHz	Frequenz: 6 kHz	Frequenz: 8 kHz	Frequenz: 0.25 kHz	Frequenz: 0.5 kHz	Frequenz: 1 kHz	Frequenz: 1,5 kHz	Frequenz: 2 kHz	Frequenz: 3 kHz	Frequenz: 4 kHz	Frequenz: 6 kHz	Frequenz: 8 kHz
	.630	.580	6.171	4.361	2.585	4.697	2.447	9.820	5.751	2.484	.430	7.794	1.534	.658	1.619	2.061	4.729	.158
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Signifikanz	.730	.748	.046	.113	.275	.096	.294	.007	.056	.289	.806	.020	.464	.720	.445	.357	.094	.924



	Band Repro in % bei 1 kHz	Band Repro in % bei 2 kHz	Band Repro in % bei 3 kHz	Band Repro in % bei 4 kHz	Band Repro in % bei 5 kHz	Band SNR in dB bei 1 kHz	Band SNR in dB bei 2 kHz	Band SNR in dB bei 3 kHz	Band SNR in dB bei 4 kHz	Band SNR in dB bei 5 kHz
	7.075	5.216	11.095	8.778	6.499	7.651	3.378	7.669	4.434	4.015
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Signifikanz	.029	.074	.004	.012	.039	.022	.185	.022	.109	.134

	Umkodierter DP bei 1 kHz	Umkodierung DP bei 2 kHz	Umkodierung DP bei 3 kHz	Umkodierung DP bei 4 kHz	Umkodierung DP bei 5 kHz	Umkodierung DP bei 6 kHz
	3.346	1.688	.284	.284	.000	11.556
	2	2	2	2	2	2
Signifikanz	.188	.430	.868	.868	1.000	.003

## A5 Resultate der Diskriminanzanalyse

Lmghs männlich; Einschlussmethode: allgemein

### Klassifizierungsergebnisse<sup>a,b</sup>

		Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit				Gesamt
		<=75 dB	>75 dB, <80 dB	>80 dB, <= 85 dB	>85 dB	
Original	Anzahl					
	<=75 dB	60	8	17	11	96
	>75 dB, <80 dB	5	12	2	2	21
	>80 dB, <= 85 dB	2	3	11	1	17
	>85 dB	1	5	1	20	27
%	<=75 dB	62.5	8.3	17.7	11.5	100.0
	>75 dB, <80 dB	23.8	57.1	9.5	9.5	100.0
	>80 dB, <= 85 dB	11.8	17.6	64.7	5.9	100.0
	>85 dB	3.7	18.5	3.7	74.1	100.0

a. 64.0% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert.

b. Geschlecht = maennlich

Lmghs weiblich; Einschlussmethode: allgemein

### Klassifizierungsergebnisse<sup>a,b</sup>

			Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit			Gesamt
			<=75 dB	>75 dB, <80 dB	>80 dB, <= 85 dB	
Original	Anzahl	Gruppe lmghs				
		<=75 dB	129	16	7	152
		>75 dB, <80 dB	0	6	1	7
		>80 dB, <= 85 dB	0	0	6	6
	%	<=75 dB	84.9	10.5	4.6	100.0
		>75 dB, <80 dB	.0	85.7	14.3	100.0
		>80 dB, <= 85 dB	.0	.0	100.0	100.0

a. 85.5% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert.

b. Geschlecht = weiblich

Lmobj männlich; Einschlussmethode: allgemein

### Klassifizierungsergebnisse<sup>a,b</sup>

			Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit				Gesamt
			<=75 dB	>75 dB, <80 dB	>80 dB, <= 85 dB	>85 dB	
Original	Anzahl	<=75 dB	56	3	9	9	77
		>75 dB, <80 dB	1	10	0	3	14
		>80 dB, <= 85 dB	3	2	8	2	15
		>85 dB	6	5	7	37	55
	%	<=75 dB	72.7	3.9	11.7	11.7	100.0
		>75 dB, <80 dB	7.1	71.4	.0	21.4	100.0
		>80 dB, <= 85 dB	20.0	13.3	53.3	13.3	100.0
		>85 dB	10.9	9.1	12.7	67.3	100.0

a. 68.9% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert.

b. Geschlecht = maennlich

Lmobj weiblich; Einschlussmethode: allgemein

### Klassifizierungsergebnisse<sup>a,b</sup>

			Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit			Gesamt
			<=75 dB	>75 dB, <80 dB	>80 dB, <= 85 dB	
Original	Anzahl	Gruppe lmobj				
		<=75 dB	129	16	7	152
		>75 dB, <80 dB	0	6	1	7
		>80 dB, <= 85 dB	0	0	6	6
	%	<=75 dB	84.9	10.5	4.6	100.0
		>75 dB, <80 dB	.0	85.7	14.3	100.0
		>80 dB, <= 85 dB	.0	.0	100.0	100.0

a. 85.5% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert.

b. Geschlecht = weiblich

## A6 Resultate der Mittelwertvergleiche zwischen Gr. A und B

Parametrische Tests

Test bei unabhängigen Stichproben<sup>a</sup>

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Band SNR in dB, bei 1 kHz	Varianzen sind gleich	1.388	.240	9.183	337	.000	5.57	.61	4.38	6.77
	Varianzen sind nicht gleich			9.013	283.711	.000	5.57	.62	4.36	6.79
Band SNR in dB, bei 2 kHz	Varianzen sind gleich	.472	.492	8.575	320	.000	5.89	.69	4.54	7.24
	Varianzen sind nicht gleich			8.503	297.065	.000	5.89	.69	4.53	7.25
Band SNR in dB, bei 3 kHz	Varianzen sind gleich	1.495	.222	8.972	280	.000	6.67	.74	5.21	8.14
	Varianzen sind nicht gleich			8.964	274.632	.000	6.67	.74	5.21	8.14
Band SNR in dB, bei 4 kHz	Varianzen sind gleich	7.196	.008	6.718	259	.000	5.36	.80	3.79	6.93
	Varianzen sind nicht gleich			6.815	256.921	.000	5.36	.79	3.81	6.91
TEOAE-Antwort in dB	Varianzen sind gleich	.753	.386	6.653	301	.000	3.596	.541	2.532	4.659
	Varianzen sind nicht gleich			6.691	300.927	.000	3.596	.537	2.538	4.653

a. Geschlecht = maennlich

Test bei unabhängigen Stichproben<sup>a</sup>

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Band SNR in dB, bei 1 kHz	Varianzen sind gleich	1.387	.240	3.532	219	.001	3.39	.96	1.50	5.29
	Varianzen sind nicht gleich			3.290	74.533	.002	3.39	1.03	1.34	5.45
Band SNR in dB, bei 2 kHz	Varianzen sind gleich	.461	.498	4.364	221	.000	4.73	1.08	2.60	6.87
	Varianzen sind nicht gleich			4.152	76.397	.000	4.73	1.14	2.46	7.00
Band SNR in dB, bei 3 kHz	Varianzen sind gleich	.000	.987	3.106	216	.002	3.55	1.14	1.30	5.81
	Varianzen sind nicht gleich			3.125	71.521	.003	3.55	1.14	1.29	5.82
Band SNR in dB, bei 4 kHz	Varianzen sind gleich	.440	.508	3.169	207	.002	3.76	1.19	1.42	6.10
	Varianzen sind nicht gleich			3.112	61.868	.003	3.76	1.21	1.34	6.17
TEOAE-Antwort in dB	Varianzen sind gleich	.663	.416	3.536	217	.000	2.805	.793	1.241	4.368
	Varianzen sind nicht gleich			3.477	76.010	.001	2.805	.807	1.198	4.411

a. Geschlecht = weiblich

nicht-parametrische Tests

Geschlecht: männlich

	Band Repro in %,bei 1 kHz	Band Repro in %,bei 2 kHz	Band Repro in %,bei 3 kHz	Band Repro in %,bei 4 kHz	Band Repro in %,bei 5 kHz	Band SNR in dB,bei 3 kHz	Band SNR in dB,bei 4 kHz	Band SNR in dB,bei 5 kHz
Mann-Whitney-U	7526.000	6808.000	6192.500	7539.000	11954.000	4449.000	4608.500	3636.000
Wilcoxon-W	32279.000	31561.000	30945.500	32292.000	36264.000	14602.000	12111.500	9307.000
Z	-8.707	-9.496	-10.597	-9.606	-5.270	-8.028	-6.370	-4.793
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000

	Umkodierter DP bei 1 kHz	Umkodierung DP bei 2 kHz	Umkodierung DP bei 3 kHz	Umkodierung DP bei 4 kHz	Umkodierung DP bei 5 kHz	Umkodierung DP bei 6 kHz
Mann-Whitney-U	13938.000	15260.000	15806.000	16060.000	15987.000	15914.000
Wilcoxon-W	38691.000	40013.000	40559.000	40813.000	40740.000	40667.000
Z	-3.125	-2.536	-1.586	-1.148	-1.408	-1.629
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.002	.011	.113	.251	.159	.103



Geschlecht: weiblich

	Band Repro in %,bei 1 kHz	Band Repro in %,bei 2 kHz	Band Repro in %,bei 3 kHz	Band Repro in %,bei 4 kHz	Band Repro in %,bei 5 kHz	Band SNR in dB,bei 3 kHz	Band SNR in dB,bei 4 kHz	Band SNR in dB,bei 5 kHz
Mann-Whitney-U	3035.500	2633.500	2913.500	2944.000	3330.000	2780.000	2535.500	1759.500
Wilcoxon-W	4520.500	4118.500	4398.500	4429.000	4815.000	3861.000	3438.500	2462.500
Z	-3.843	-4.810	-4.136	-4.070	-2.932	-3.098	-2.776	-2.808
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.000	.000	.000	.000	.003	.002	.005	.005

	Umkodierter DP bei 1 kHz	Umkodierung DP bei 2 kHz	Umkodierung DP bei 3 kHz	Umkodierung DP bei 4 kHz	Umkodierung DP bei 5 kHz	Umkodierung DP bei 6 kHz
Mann-Whitney-U	4620.000	4322.000	4585.000	4590.000	4644.000	4617.000
Wilcoxon-W	19498.000	5807.000	6070.000	19468.000	6129.000	19495.000
Z	-.104	-2.268	-.868	-.794	.000	-.560
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.917	.023	.386	.427	1.000	.575

**B1**

**Interview zur Erfassung der Lärmexposition  
und Bestimmung der Einzelpegelwerte**

**Unfallkrankenhaus Berlin** Warener Straße 7 12683 Berlin

## Interview zur

Klinik für  
Hals-Nasen-Ohrenheilkunde  
DIREKTOR:  
Prof. Dr. A. Ernst

## Lärmerfassung

02.05

Im folgenden stelle ich Ihnen einige Fragen über Ihre Tätigkeiten und Arbeitsplätze innerhalb der letzten 10 Jahre. Wichtig ist es, grundlegende Veränderungen darzustellen wie z. B. der Wechsel in andere Arbeitsbereiche.

Berichten Sie bitte kurz.

02.06

Wie viele Arbeitsplätze hatten Sie in den letzten 4 Jahren?

- |        |                          |
|--------|--------------------------|
| 01     | 1 Arbeitsplatz           |
| 02     | 2 Arbeitsplätze          |
| 03     | 3 Arbeitsplätze          |
| 04     | mehr als 3 Arbeitsplätze |
| 05, 52 | keine Angaben            |

02.07

Zunächst einige weitere Fragen zum letzten bzw. derzeitigen Arbeitsplatz.

Können Sie angeben, wann Sie begonnen haben dort zu arbeiten? Geben Sie bitte Monat und Jahr an.

02.09

Welche Tätigkeiten üben / übten Sie dabei aus

02.10.

Nennen Sie uns bitte die Art des Betriebes.

02.11.

Wie lange ist / war Ihre tatsächliche Arbeitszeit pro Woche (in Stunden) einschließlich Überstunden?

## Interview Lärmerfassung

02.14.

Wie laut mussten Sie sprechen, damit eine Person, die ca. 1,2 m von Ihnen entfernt war, Sie noch verstehen konnte? Sprachen Sie mit

- 01 normaler Stimme
- 02 erhobener Stimme
- 03 sehr lauter Stimme
- 04 mussten Sie schreien
- 05 war eine Verständigung auch mit Schreien nicht mehr möglich
- 06 keine Angabe

02.15.

Wie oft kam es vor, dass es an Ihrem Arbeitsplatz plötzlich sehr laut wurde z. B. durch Knall- oder Hammergeräusche? Kam es

- 01 nie oder selten vor
- 02 einige Male pro Tag vor
- 03 mehrmals pro Stunde vor
- 04 noch öfter vor
- 05 keine Angabe

02.17.

Trugen Sie während Ihrer Arbeit Gehörschutz?

- 01 ja
- 02 nein
- 03 keine Angabe

02.18.

Wie häufig benutzen Sie Gehörschutz? Benutzen Sie bitte die Skala 4. Wie häufig benutzen Sie

- 01 Gehörschutzstöpsel
- 02 Gehörschutzkapseln
- 03 Gehörschutzwatte
- 04 Kombination von Stöpseln und Kapseln

- 01 (1) gar nicht
- 02 (2)
- 03 (3)
- 04 (4)
- 05 (5) fast immer
- 06 keine Angabe

## Interview Lärmerfassung

**02.22.**

Im folgenden stelle ich Ihnen einige Fragen zu Ihrem vorletzten Arbeitsplatz (AP2).  
Können sie uns angeben, wann Sie begonnen haben dort zu arbeiten? Geben Sie bitte Monat und Jahr an.

## 02.23

Wann endete diese Tätigkeit

## 02.24

Welche Tätigkeit übten Sie dabei aus?

## 02.25

Nenne Sie uns auch bitte die Art des Betriebes.

## 02.26

Wie lange war Ihre tatsächliche Arbeitszeit pro Woche einschließlich Überstunden?

## 02.29.

Wie laut mussten Sie sprechen, damit eine Person, die ca. 1,2 m von Ihnen entfernt war, Sie noch verstehen konnte? Sprachen Sie mit

- |    |   |
|----|---|
| 01 | normaler Stimme   |
| 02 | erhobener Stimme  |
| 03 | sehr lauter Stimme  |
| 04 | mussten Sie schreien  |
| 05 | war eine Verständigung auch mit Schreien nicht mehr möglich |
| 06 | keine Angabe  |

## Interview Lärmerfassung

02.30.

Wie oft kam es vor, dass es an Ihrem Arbeitsplatz plötzlich sehr laut wurde z. B. durch Knall- oder Hammergeräusche? Kam es

- 01 nie oder selten vor
- 02 einige Male pro Tag vor
- 03 mehrmals pro Stunde vor
- 04 keine Angabe

02.32.

Trugen Sie während Ihrer Arbeit Gehörschutz?

- 01 ja
- 02 nein
- 03 keine Angabe

02.33.

Wie häufig benutzen Sie Gehörschutz? Benutzen Sie bitte Skala 4. Wie häufig benutzten Sie

- 01 Gehörschutzstöpsel
- 02 Gehörschutzkapseln
- 03 Gehörschutzwatte
- 04 Kombination von Stöpseln und Kapseln

- 01 (1) gar nicht
- 02 (2)
- 03 (3)
- 04 (4)
- 05 (5) fast immer
- 06 keine Angabe

## Interview Lärmerfassung

**02.37**

Im folgenden stelle ich Ihnen einige Fragen zu Ihrem drittletzten Arbeitsplatz (**AP3**).  
Können Sie uns angeben, wann Sie begonnen haben dort zu arbeiten? Geben Sie bitte Monat und Jahr an.

## 02.38

Wann endete diese Tätigkeit?

## 02.39

Welche Tätigkeit übten Sie dabei aus?

## 02.40

Nennen Sie uns auch bitte die Art des Betriebes.

## 02.41

Wie lange war Ihre tatsächliche Arbeitszeit pro Woche einschließlich Überstunden?

## 02.44.

Wie laut mussten Sie sprechen, damit eine Person, die ca. 1,2 m von Ihnen entfernt war, Sie noch verstehen konnte? Sprachen Sie mit

- |    |   |
|----|---|
| 01 | normaler Stimme   |
| 02 | erhobener Stimme  |
| 03 | sehr lauter Stimme  |
| 04 | mussten Sie schreien  |
| 05 | war eine Verständigung auch mit Schreien nicht mehr möglich |
| 06 | keine Angabe  |

## Interview Lärmerfassung

02.45.

Wie oft kam es vor, dass es an Ihrem Arbeitsplatz plötzlich sehr laut wurde, z. B. durch Knall- oder Hammergeräusche? Kam es

- 01 nie oder selten vor
- 02 einige Male pro Tag vor
- 03 mehrmals pro Stunde vor
- 04 noch öfter vor
- 05 keine Angabe

02.47.

Trugen Sie während Ihrer Arbeitszeit Gehörschutz?

- 01 ja
- 02 nein
- 03 keine Angabe

02.48.

Wie häufig benutzten Sie Gehörschutz? Benutzen Sie die Skala 4. Wie häufig benutzten Sie

- 01 Gehörschutzstöpsel
  - 02 Gehörschutzkapseln
  - 03 Gehörschutzwatte
  - 04 Kombination von Stöpseln und Kapseln
- 
- 01 (1) gar nicht
  - 02 (2)
  - 03 (3)
  - 04 (4)
  - 05 (5) fast immer
  - 06 keine Angabe



## Präzisierung der Auswertestrategie zur Bestimmung von Schall-Kenngrößen aus dem Interview

### Prozedur A: Alle Arbeitsplätze

*subjektiv ermittelter äquivalenter Dauerschallpegel für die tatsächliche tägliche Arbeitszeit  $L_{eqTsubj}$*

Für jeden der drei letzten Arbeitsplätze wird aus den Antworten auf die Fragen 2.14, 2.29 bzw. 2.44 der äquivalente Dauerschallpegel  $L_{eqTsubj}$  nach DIN ISO 9921/1 (Sprach-Interferenz-Pegel und Kommunikationsabstände für Personen mit normalem Hörvermögen in direkter Kommunikation, 1992) bestimmt.

- |     |                                  |                                   |
|-----|----------------------------------|-----------------------------------|
| (1) | normale Stimme                   | $L_{eqTsubj} = 52 \text{ dB(A)}$  |
| (2) | ..... erhobene Stimme            | $L_{eqTsubj} = 62 \text{ dB(A)}$  |
| (3) | ..... sehr laute Stimme          | $L_{eqTsubj} = 82 \text{ dB(A)}$  |
| (4) | ..... Schreien                   | $L_{eqTsubj} = 100 \text{ dB(A)}$ |
| (5) | ..... mit Schreien nicht möglich | $L_{eqTsubj} = 110 \text{ dB(A)}$ |

*subjektiv ermittelter Tages-Beurteilungspegel  $L_{rdsbj}$  (ohne Berücksichtigung von  $K_i$  und  $K_T$ , da schon im geschätzten Stimmaufwand enthalten)*

$$L_{rdsbj} = L_{eqTsubj} + 10 \lg \frac{T}{T_r} \text{ dB}$$

mit  $T_r = 8$  Stunden und tägliche Arbeitsschichtdauer  $T = 1/5 * \text{Antwort auf Frage 2.11, 2.26 bzw. 2.41}$

*subjektiv ermittelter 10-Jahres-Mittelungspegel  $L_{msbj}$  (Mittelung nach DIN 45 641 Abschnitt 3.1.2)*

$$L_{msbj} = 10 * \lg \left( \frac{1}{D} \sum_{j=1}^n D_j * 10^{0.1 L_{rdsbj}(j)} \right) \text{ dB(A)}$$

mit  $n = \text{Anzahl der Arbeitsplätze in den letzten 10 Jahren}$

$$D = \sum_{j=1}^n D_j = 10 = \text{Arbeitsdauer in Jahren}$$

Für Zeiten ohne Beschäftigungsverhältnis soll  $L_{rdsbj}$  mit 55 dB(A) angenommen werden.

*objektiv ermittelter äquivalenter Dauerschallpegel für die tatsächliche tägliche Arbeitszeit  $L_{eqTobj}$*

Für jeden der drei letzten Arbeitsplätze wird aus den Antworten auf die Fragen 2.09/2.10, 2.24/2.25 bzw. 2.39/2.40 der äquivalente Dauerschallpegel  $L_{eqTobj}$  bestimmt. Hierfür werden Katalogangaben für Berufe, Tätigkeitsfelder usw. verwendet bzw. auf Messungen und Erfahrungswerte des ausführenden Ingenieurbüros zurückgegriffen.

objektiv ermittelter Tages-Beurteilungspegel  $L_{rdobj}$  (ohne Berücksichtigung von  $K_1$  und  $K_T$ , da schon im Katalogpegel enthalten)

$$L_{rdobj} = L_{eqTobj} + 10 \lg \frac{T}{T_r} \text{ dB}$$

mit  $T_r = 8$  Stunden und tägliche Arbeitsschichtdauer  $T = 1/5 \cdot$  Antwort auf Frage 2.11, 2.26 bzw. 2.41

objektiv ermittelter 10-Jahres-Mittelungspegel  $L_{mobj}$   
(Mittelung nach DIN 45 641 Abschnitt 3.1.2)

$$L_{mobj} = 10 \cdot \lg \left( \frac{1}{D} \sum_{j=1}^n D_j \cdot 10^{0,1 L_{rdobj}(j)} \right) \text{ dB(A)}$$

mit  $n =$  Anzahl der Arbeitsplätze in den letzten 10 Jahren

$$D = \sum_{j=1}^n D_j = 10 = \text{Arbeitsdauer in Jahren}$$

Für Zeiten ohne Beschäftigungsverhältnis soll  $L_{rdobj}$  mit 55 dB(A) angenommen werden.

„klassierter“ Tages-Beurteilungspegel  $L_{rdklass}$

Aus den Antworten zu den Fragen 2.17-2.21, 2.32-2.36 bzw. 2.47-2.51 sollen Klassen von Pegelbereichen festgelegt werden:

Fragenummer	Ja	Nein
2.17	$\geq 85 \text{ dB(A)}$	$< 85 \text{ dB(A)}$
2.19	$\geq 90 \text{ dB(A)}$	$< 90 \text{ dB(A)}$
2.19a	$\geq 90 \text{ dB(A)}$	$< 90 \text{ dB(A)}$
2.20	$\geq 85 \text{ dB(A)}$	$< 85 \text{ dB(A)}$
2.21	$\geq 85 \text{ dB(A)}$	$< 85 \text{ dB(A)}$

Bei Unstimmigkeiten in den Antworten muß von Fall zu Fall entschieden werden. Zum Beispiel werden Gehörschützer oftmals zur Verfügung gestellt, aber nicht getragen (Widerspruch der Fragen 2.17 und 2.20). Ist keine Entscheidung möglich, sollen die Antworten wie „keine Angabe“ gewertet werden.

### Prozedur B: Arbeitsplätze mit Maschinengeräuschen (Frage 2.53, gesondertes Formular für jeden Arbeitsplatz)

objektiv ermittelter äquivalenter Dauerschallpegel für die tatsächliche tägliche Arbeitszeit  $L_{eqTmasch}$

Eingangsgrößen	zugehörige Fragen, Angaben	Ausgangsgrößen, Berechnungsvorschriften
Arbeitsschichtdauer T	Fragen 2.11, 2.26 bzw. 2.41	

Schalldruckpegel $L_i$ in Ohrnähe (Katalogwerte, Entfernung, Mehrmaschinenbetrieb)	Spalten „Bezeichnung der Maschine“, „Entfernung“, „gleichzeitiger Betrieb“	äquivalenter Dauerschallpegel: $L_{eqTmasch} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n T_i \cdot 10^{0,1L_i} \right)$ mit $T = \sum_{i=1}^n T_i$ und $T = 1/5$ *Antwort auf 2.11, 2.26 bzw. 2.41
Teilzeiten $T_i$ der Einwirkung von $L_i$ (wenn Summe der Teilzeiten kleiner als $T$ , dann restliche Schichtzeit mit $L_i = 70$ dB(A) annehmen)	Spalten „Anzahl Stunden täglich“	

#### Bemerkungen:

Wenn die in der Maschinenliste angegebenen Jahreszahlen nicht vollständig mit den Jahreszahlen für Beginn und Ende der Tätigkeit am Arbeitsplatz übereinstimmen, wird für die übrige Zeit bei gleichbleibendem Arbeitsplatz der äquivalente Dauerschallpegel  $L_{eqmasch}$  mit 65 dB(A) angenommen und ein Mittelungspegel für den Zeitraum Beginn-Ende der Tätigkeit am Arbeitsplatz berechnet (Mittelung nach DIN 45 641 Abschnitt 3.1.2).

Die Art der Berücksichtigung von Frage 2.21a, 2.36a bzw. 2.51a (mittlerer Schallabsorptionsgrad) ist noch in Diskussion und wird nachgereicht.

#### Impulzzuschlag $K_I$

Bestimmung nach DIN 45 645:

$$K_I = L_{Aeq,T} - L_{Aeq,T} \text{ aus Katalogwerten}$$

Wenn keine Meßwerte vorliegen, soll eine Schätzung zu 0 dB, 3 dB oder 6 dB je nach Vorhandensein und Auffälligkeit von Impulsen vorgenommen werden. Als Hilfsmittel für die Entscheidung über die Berücksichtigung der Impulshaltigkeit kann dabei Anlage 2 der UVV Lärm (Ausgabe 10/96) verwendet werden.

#### Tonzuschlag $K_T$

Bestimmung nach DIN 45 645

Es soll eine Schätzung zu 0 dB, 3 dB oder 6 dB je nach Vorhandensein und Auffälligkeit von Tönen vorgenommen werden. Als Grundlage hierfür können Frequenzspektren, Hörbeispiele, Informationen in Fachbüchern etc. dienen.

„objektiv“ ermittelter Tages-Beurteilungspegel  $L_{rdmasch}$  (unter Einbeziehung von  $K_I$  und  $K_T$ )

$$L_{rdmasch} = L_{eqTmasch} + K_I + K_T + 10 \lg \frac{T}{T_r} \text{ dB}$$

mit  $T_r = 8$  Stunden

mittlerer Maximalpegel  $\bar{L}_{Amax}$  und/oder Scheitelpegel  $L_{peak}$

Diese Werte sollen - soweit vorhanden - aus Katalogen entnommen werden. Da eine Vollständigkeit der Datensätze anzustreben ist, sollten bei fehlenden Katalogwerten

auch andere Informationsquellen herangezogen werden, um eine grobe Abschätzung zu ermöglichen.

„objektiv“ ermittelter 10-Jahres-Mittelungspegel  $L_{mmasch}$   
(Mittelung nach DIN 45 641 Abschnitt 3.1.2)

$$L_{mmasch} = 10 * \lg \left( \frac{1}{D} \sum_{j=1}^n D_j * 10^{0,1L_{rdmasch}(j)} \right) dB(A)$$

mit  $n$  = Anzahl der Teilzeiträume mit unterschiedlichen  $L_{rdobj}$  in den letzten 10 Jahren

$D_j$  = Dauer der Teilzeiträume mit unterschiedlichen  $L_{rdobj}$  in Jahren

$$D = \sum_{j=1}^n D_j = 10 = \text{Arbeitsdauer in Jahren}$$

Für Zeiten ohne Beschäftigungsverhältnis soll  $L_{rdmasch}$  mit 55 dB(A) angenommen werden.

### Prozedur C: Arbeitsplätze mit Tragen von Gehörschutz

*Schalldämmung des Gehörschützers  $R_{eff}$*

Für jeweils Stöpsel, Kapsel, Watte und die Kombination von Stöpsel und Kapsel soll ein praxisorientierter mittlerer Dämmwert  $R_{eff}$  angenommen werden. Dabei soll davon ausgegangen werden, daß der Gehörschutz bezüglich der zu dämmenden Frequenzen korrekt ausgesucht wurde.

*entsprechend der Gehörschützer-Dämmwirkung korrigierter Tages-  
Beurteilungspegel  $L_{rdGHS}$*

Anhand der Tragezeit (Fragen 2.18, 2.33 bzw. 2.48) soll der „objektiv“ ermittelte Tages-Beurteilungspegel  $L_{rdobj}$  korrigiert werden. Dabei sollen bedeuten:

- (1) .... gar nicht      0%
- (2) ....                    25%
- (3) ....                    50%
- (4) ....                    75%
- (5) .... fast immer      100%

der täglichen Arbeitszeit wurde der Gehörschutz getragen. Es soll vernünftigerweise angenommen werden, daß bei täglich schwankenden Schallpegeln der Gehörschutz zu solchen Schichtzeiten getragen wurde, an denen der Schalldruckpegel die höchsten Werte aufwies.

*entsprechend der Gehörschützer-Dämmwirkung korrigierter 10-Jahres-  
Mittelungspegel  $L_{mGHS}$*

siehe 1.6, Berechnung mit korrigiertem Tages-Beurteilungspegel  $L_{rdGHS}$  anstelle von  $L_{rdobj}$

**Plausibilitätsprüfung**

Für alle Arbeitsplätze ohne Maschinengeräusche sollten folgende Antworten vorliegen:

Fragen 2.13, 2.28 bzw. 2.43 (Lautheit)	01 bis 02
Fragen 2.14, 2.29 bzw. 2.44 (Stimmaufwand)	01 bis 02
Fragen 2.15, 2.30 bzw. 2.45 (Impulsgeräusche)	01
Fragen 2.17, 2.19-2.21, 2.32, 2.34-2.36 bzw. 2.47, 2.49-2.51	02
Fragen 2.18, 2.33, 2.48 (Häufigkeit Gehörschutz)	01

**Mit welchen Maschinen haben Sie gearbeitet?**

Bezeichnung der Maschine	Zeitraum von – bis	Anzahl Stunden täglich	Bemerkungen
	19__ bis 19__		

**Mit welchen Maschinen haben Ihre Kollegen im gleichen Raum gearbeitet?**

Bezeichnung der Maschine	Zeitraum Von – bis	Anzahl Stunden täglich	Bemerkungen
	19__ bis 19__		

**B2**

**Liste der Variablennamen und Labels**

<b>Variablenname</b>	<b>Label</b>
fall	fallnummer
ohr	Ohr
alter	Alter in Jahren
sex	Geschlecht
berufe	Arbeitsplaetze in 10 Jahren
herkunft	Messung
grlmobj	Gruppe lmobj
grlmghs	Gruppe lmghs
tf	Trommelfellbefund
ghv	Gesamthoervermoegen
hv	Hoervermoegen
hv.num	Numerisch klass. Hoervermoegen
web	Webertest
rinne	Rinnetest
audio.a	Tonaudiometrie LL Frequenz: 0.25 kHz
audio.b	Tonaudiometrie LL Frequenz 0.5 kHz
audio.c	Tonaudiometrie LL Frequenz 1 kHz
audio.d	Tonaudiometrie LL Frequenz 1,5 kHz
audio.e	Tonaudiometrie LL Frequenz 2 kHz
audio.f	Tonaudiometrie LL Frequenz 3 kHz
audio.g	Tonaudiometrie LL Frequenz 4 kHz
audio.h	Tonaudiometrie LL Frequenz 6 kHz
audio.i	Tonaudiometrie LL Frequenz 8 kHz
kaudio.a	Tonaudiometrie KL Frequenz: 0.25 kHz
kaudio.b	Tonaudiometrie KL Frequenz 0.5 kHz
kaudio.c	Tonaudiometrie KL Frequenz 1 kHz
kaudio.d	Tonaudiometrie KL Frequenz 1,5 kHz
kaudio.e	Tonaudiometrie KL Frequenz 2 kHz
kaudio.f	Tonaudiometrie KL Frequenz 3 kHz
kaudio.g	Tonaudiometrie KL Frequenz 4 kHz
kaudio.h	Tonaudiometrie KL Frequenz 6 kHz
kaudio.i	Tonaudiometrie KL Frequenz 8 kHz
t.stim	TEOAE-Stimulus in dB
t.stab	TEOAE-Stabilitaet in %
t.ant	TEOAE-Antwort in dB
t.rep	TEOAE-Repro in %
t.band.a	Band Repro in %,bei 1 kHz
t.band.b	Band Repro in %,bei 2 kHz
t.band.c	Band Repro in %,bei 3 kHz
t.band.d	Band Repro in %,bei 4 kHz
t.band.e	Band Repro in %,bei 5 kHz
t.snr.a	Band SNR in dB,bei 1 kHz
t.snr.b	Band SNR in dB,bei 2 kHz
t.snr.c	Band SNR in dB,bei 3 kHz
t.snr.d	Band SNR in dB,bei 4 kHz
t.snr.e	Band SNR in dB,bei 5 kHz
dp.a	DPOAE bei 1 kHz



dp.b	DPOAE bei 1,3 kHz
dp.c	DPOAE bei 1,6 kHz
dp.d	DPOAE bei 2 kHz
dp.e	DPOAE bei 2,5 kHz
dp.f	DPOAE bei 3,2 kHz
dp.g	DPOAE bei 4 kHz
dp.h	DPOAE bei 5 kHz
dp.i	DPOAE bei 6.2 kHz
leqtsub1	sub.- Dauerschallpegel letzter AP
leqtsub2	sub.- Dauerschallpegel vorletzter AP
leqtsub3	sub.- Dauerschallpegel drittletzte AP
lrdsbj1	sub.- Tages- Beurteilungspegel letzter AP
lrdsbj2	sub.- Tages- Beurteilungspegel vorletzter Ap
lrdsbj3	sub.- Tages- Beurteilungspegel drittletzter AP
lmsbj	sub.-erm.- 10-Jahres- Mittlungspegel
leqtobj1	obj.- Dauerschallpegel letzter AP
li1	Schalldruckpegel Li in Ohrnähe AP1
leqtobj2	obj.- Dauerschallpegel vorletzter AP
li2	Schalldruckpegel Li in Ohrnähe AP2
leqtobj3	obj.- Dauerschallpegel drittletzter AP
li3	Schalldruckpegel Li in Ohrnähe AP3
lrdoj1	obj.-erm. Tagesbeurteilungspegel AP1
lrdoj2	obj.-erm. Tagesbeurteilungspegel AP2
lrdoj3	obj.-erm. Tagesbeurteilungspegel AP3
lmoj	obj.-erm.-10-Jahr- Mittlungspegel
lrdklas1	klassierter- Tages- Beurteilungspegel letzter AP
lrdklas2	klassierter- Tages- Beurteilungspegel vorletzter AP
lrdklas3	klassierter- Tages- Beurteilungspegel drittletzter AP
lrdkl1_1	Umkodierter klassierter Tages- Beurteilungspegel letzter AP
lrdkl2_2	Umkodierter klassierter Tages- Beurteilungspegel vorletzter AP
lrdkl3_3	Umkodierter klassierter Tages- Beurteilungspegel drittletzter AP
lrghs1	Korrig. Tages- Beurteilungspegel durch. Dämmg. AP1
lrghs2	Korrig. Tages- Beurteilungspegel durch. Dämmg. AP2
lrghs3	Korrig. Tages- Beurteilungspegel durch. Dämmg. AP3
lmgsh	korrig. 10-Jahres- Mittlungspegel
ki1	Impulszuschlag letzter AP
ki2	Impulszuschlag vorletzter AP
ki3	Impulszuschlag drittletzter AP
leqtmas1	obj.- Dauerschallpegel täglich AP1
leqtmas2	obj.- Dauerschallpegel täglich AP2
leqtmas3	obj.- Dauerschallpegel täglich AP3
lrmas1	Tages.- Beurteilungspegel unter Einbez. (Ki+Kt) AP1
lrmas2	Tages.- Beurteilungspegel unter Einbez. (Ki+Kt) AP2
lrmas3	Tages.- Beurteilungspegel unter Einbez. (Ki+Kt) AP3
lmmasch	obj. 10-Jahr- Mittlungspegel Maschine
reff1	Schalldämmung d. Gehörschützer AP1
reff2	Schalldämmung d. Gehörschützer AP2
reff3	Schalldämmung d. Gehörschützer AP3

plausi	Plausibilität
vorschäd	Vorschäden
arbeitsp	Zahl der Arbeitsplätze
d1	letzter Arbeitsplatz_ Dauer in Jahren
d2	vorletzter Arbeitsplatz_ Dauer in Jahren
d3	drittletzter Arbeitsplatz_ Dauer in Jahren
t1_1_5	t1x 1/5
t1	tatsächliche Arbeitszeit /Woche in h letzter AP
t2_1_5	t2x1/5
t2	tatsächliche Arbeitszeit /Woche in h vorletzter AP
t3_1_5	t3x1/5
t3	tatsächliche Arbeitszeit /Woche in h drittletzter AP
schutz1	Gehörschutz letzter AP
schutz2	Gehörschutz vorletzter AP
schutz3	Gehörschutz drittletzter AP
art1	gehörschutzart letzter AP
art2	gehörschutzart vorletzter AP
art3	gehörschutzart drittletzter AP
tr	tr fuer Berechnung
maschin1	Maschinen letzter AP(AP1)
maschin2	Maschinen vorletzter AP(AP2)
maschin3	Maschinen drittletzter AP(AP3)
zei1	Anzahl der Jahre der Taetigkeit mit den eigenen Maschinen(AP1)
zei2	Anzahl der Jahre der Taetigkeit mit den eigenen Maschinen(AP2)
zei3	Anzahl der Jahre der Taetigkeit mit den eigenen Maschinen(AP3)
h_tg1	Anzahl der Stunden der Taetigkeit mit den eigenen Maschinen(AP1)
h_tg2	Anzahl der Stunden der Taetigkeit mit den eigenen Maschinen(AP2)
h_tg3	Anzahl der Stunden der Taetigkeit mit den eigenen Maschinen(AP3)
a_masch1	andere Maschinen im Raum(AP1)
a_masch2	andere Maschinen im Raum(AP2)
a_masch3	andere Maschinen im Raum(AP3)
entf1	Entfernung der anderen Maschinen in m(AP1)
entf2	Entfernung der anderen Maschinen in m(AP2)
entf3	Entfernung der anderen Maschinen in m(AP3)
zeit2_1	Anzahl der Jahre mit gleichzeitigem Betrieb d. Maschinen im Raum(AP1)
zeit2_2	Anzahl der Jahre mit gleichzeitigem Betrieb d. Maschinen im Raum(AP2)
zeit2_3	Anzahl der Jahre mit gleichzeitigem Betrieb d. Maschinen im Raum(AP3)
h_tgl2_1	Anzahl der Stunden mit gleichzeitigem Betrieb d. Maschinen im Raum(AP1)
h_tgl2_2	Anzahl der Stunden mit gleichzeitigem Betrieb d. Maschinen im Raum(AP2)
h_tgl2_3	Anzahl der Stunden mit gleichzeitigem Betrieb d. Maschinen im Raum(AP3)
trest1	restliche Schichtzeit ohne Maschine AP1
trest2	restliche Schichtzeit ohne Maschine AP2
trest3	restliche Schichtzeit ohne Maschine AP3
lirest	restliche Schallpegel in Ohrnähe
faktor1	Faktor zur Berechnung von tdeff1 AP1
faktor2	Faktor zur Berechnung von tdeff2 AP2
faktor3	Faktor zur Berechnung von tdeff3 AP3
tdeff1	Tragezeit des Gehörschützer am AP1

tdeff2	Tragezeit des Gehörschützer am AP2
tdeff3	Tragezeit des Gehörschützer am AP3
tohne1	Arbeitszeit ohne Gehörschutz AP1
tohne2	Arbeitszeit ohne Gehörschutz AP2
tohne3	Arbeitszeit ohne Gehörschutz AP3
deff1	effektiver Dämmschutz AP1
deff2	effektiver Dämmschutz AP2
deff3	effektiver Dämmschutz AP3
altgrupp	Altersgruppe
t_snr_1o	Band SNR in DB ordinalskal (-9999=-7)
t_snr_2o	Band SNR in DB 2kHz ordinalskal (-9999=-7)
t_snr_3o	Band SNR in DB 3kHz ordinalskal (-9999=-7)
t_snr_4o	Band SNR in DB 4kHz ordinalskal(-9999=-7)
t_snr_5o	Band SNR in DB 5kHz ordinalskal (-9999=-7)
kor_dp_1	Umkodierter DP bei 1 kHz
kor_dp_2	Umkodierung DP bei 2 kHz
kor_dp_3	Umkodierung DP bei 3 kHz
kor_dp_4	Umkodierung DP bei 4 kHz
kor_dp_5	Umkodierung DP bei 5 kHz
kor_dp_6	Umkodierung DP bei 6 kHz
ktband_1	Umkodierte TEOAE 1 kHz Band
ktband_2	Umkodierte TEOAE 2 kHz Band
ktband_3	Umkodierte TEOAE 3 kHz Band
ktband_4	Umkodierte TEOAE 4 kHz Band
ktband_5	Umkodiert TEOAE 5 kHz Band
umko_ohr	Umkodierte Variable Ohr
mitt_wef	Mittel-Wert der Frequenzen 2,3,4 kHz
seit_dif	Differenz zw. rechtem und linken Ohr <=10