

afh Schriftenreihe



Die Vertäubung

Ton- und Sprachaudiometrie

AKADEMIE

Lübeck, 2024

Urheber- und Leistungsschutzrechte

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass alle unsere Arbeitsunterlagen, vor allem die auf der Online-Plattform veröffentlichten Inhalte, dem deutschen Urheber- und Leistungsschutzrecht unterliegen.

Jede vom deutschen Urheber- und Leistungsschutzrecht nicht zugelassene Verwertung bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Anbieters oder des jeweiligen Rechteinhabers. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Bearbeitung, Übersetzung, Speicherung, Verarbeitung bzw. Wiedergabe von Inhalten in Datenbanken oder anderen elektronischen Medien und Systemen. Inhalte und Rechte Dritter sind dabei als solche gekennzeichnet. Die unerlaubte Vervielfältigung oder Weitergabe einzelner Inhalte oder kompletter Seiten ist nicht gestattet und strafbar. Lediglich die Herstellung von Kopien und Downloads für den persönlichen, privaten und nicht kommerziellen Gebrauch ist erlaubt. Die darüber hinaus gehende Verwendung von Text- und Bildmaterial ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Akademie für Hörakustik zulässig.

Akademie für Hörakustik

Vertäubung bei der Tonaudiometrie

1. Einleitung

Das Überhören von Signalen bei der Messung von Hörschwellen mit Tönen über die Luft- bzw. Knochenleitung ist ein Phänomen, das der normalhörende Mensch bei Selbstversuchen so nicht kennt. Bei der Audiometrie von hörbeeinträchtigten Menschen wird das Überhören der Signale von dem Messohr in das Gegenohr zu einem Problem, insbesondere wenn ein seitendifferentes Hörvermögen vorliegt.

Obwohl der eigentliche Hörvorgang zentral mit den Informationen beider Ohren erfolgt, bestimmt der Hörakustiker bei einer Audiometrie das Hörvermögen jedes einzelnen Ohres getrennt voneinander. Dies ist notwendig, da die Einstellung und Anpassung von Hörsystemen nach heutigem Stand der Technik für jedes Ohr getrennt erfolgt (Gesamtverstärkung ausgenommen). Somit muss dem Vorgang des Überhörens vom Messohr zum Gegenohr mit Hilfe der Vertäubung entgegengewirkt werden.

2. Allgemeines

Wenn man sich verschiedene Veröffentlichungen zu diesem Thema anschaut, wird man feststellen, dass es eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Vertäubung gibt. Einige seien hier genannt:

- Vertäubung mit festen Pegeln
- Gleitende Vertäubung:

- Nachmessen mit Vertäubungsgeräusch, z.B. mit vorlaufendem Rauschen, nachlaufendem Rauschen oder synchron mitlaufendem Rauschen
- Vorbeugende/prophylaktische Vertäubung, z.B. mit synchron mitlaufendem Rauschen.

Die Durchführung der Vertäubung mit vor- und nachlaufendem Rauschen findet heutzutage in der Praxis des Hörakustikers keine Anwendung mehr. Daher bezieht sich diese Schriftenreihe auf die Durchführung der Vertäubung mit dem synchron mitlaufenden Rauschen.

3. Grundlegende Vorbemerkungen

Bei der Durchführung der Vertäubung gelten folgende Grundregeln:

- Das Überhören geschieht immer auf dem Knochenleitungsweg, unabhängig davon, ob der Schall primär über die Luftleitung (LL) oder die Knochenleitung (KL) angeboten wird.
- Es gibt nur ein Überhören vom Ohr mit der schlechteren Knochenleitung zum Ohr mit der besseren Knochenleitung, also der besseren Innenohrfunktion.
- Ist von vornherein eine deutliche Seitendifferenz der Hörschwellen bekannt bzw. erkennbar (z.B. durch Daten auf dem Muster 15, vorliegende Kundenunterlagen oder durch Erkenntnisse aus dem audiologischen Vorgespräch und der Otoskopie), so sollte zunächst das besser hörende Ohr komplett gemessen werden. „Komplett messen“ bedeutet: Bestimmung der Hörschwellen über Luftleitung und Knochenleitung sowie der Unbehaglichkeitsgrenze. Damit ist die Grundlage geschaffen, die Hörschwellen des schlechteren Ohres schneller und einfacher zu ermitteln, da folgende Fragen eindeutige Informationen liefern:
 - Bei welchen Pegeln könnte bei der Luftleitung und der Knochenleitung überhört werden (Ausnahme siehe unten Regel 1)?

- Auf welche Startpegel müssen die Vertäübungspegel eingestellt werden?
- Wie weit dürfen die Vertäübungspegel erhöht werden, damit nicht die Unbehaglichkeitsgrenze erreicht wird?

4. Die vier Vertäübungsregeln in der Tonaudiometrie

Regel 1

Der Kunde gibt nach einer optimalen Einweisung an, dass er die Luft- oder Knochenleitungssignale in das Gegenohr (besseres Ohr) oder mittig (keine eindeutige Lokalisation) wahrnimmt.

Unabhängig von Regeln und Lehrbuchmeinungen muss eine Vertäubung erfolgen, wenn der Kunde angibt, dass er das Messsignal auf dem nicht zu messenden Ohr wahrgenommen hat. Somit gehören zu einer „optimalen Einweisung“ bei der Luftleitungsmessung der Hinweis auf die Überhörmöglichkeit und bei der Knochenleitungsmessung die Hinweise zum Überhören und zum Fühlen der Messsignale.

Regel 2

Die Knochenleitungswerte des Messohres weichen um 10dB oder mehr von den Knochenleitungswerten des Gegenohres ab und die Differenz zwischen KL und LL auf dem Messohr ist $\geq 15\text{dB}$ (siehe Abbildung 1).

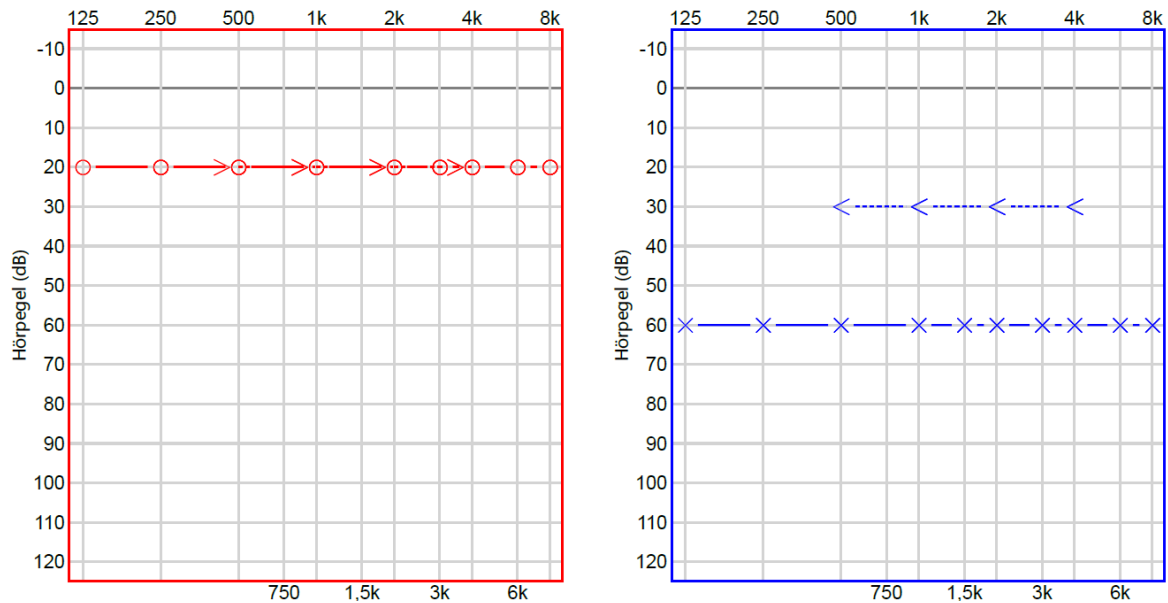


Abb. 1: Grenzwerte für die Knochenleitung links, ab denen unter Vertäubung überprüft bzw. weiter gemessen werden muss [2]

Regel 3

Die Luftleitungswerte des Messohres weichen um 50dB oder mehr von den Knochenleitungswerten des Gegenohres ab (siehe Abbildung 2).

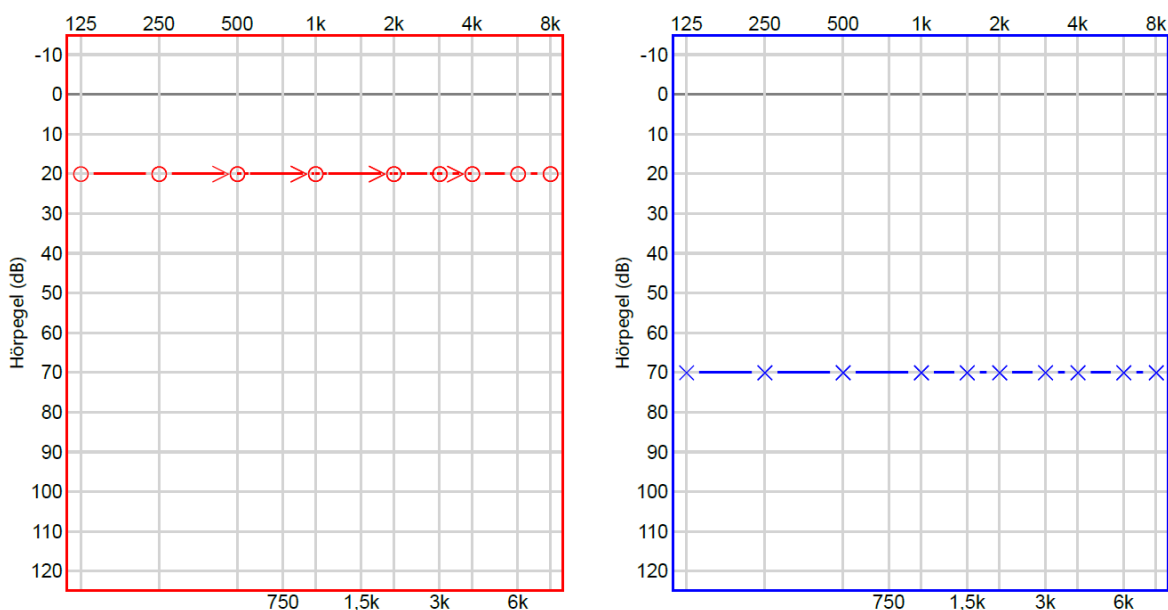


Abb. 2: Grenzwerte für die Luftleitung links, ab denen unter Vertäubung überprüft bzw. weiter gemessen werden muss [2]

Regel 4

Bei Vorliegen eines „dubiosen“ Schallleitungsanteils von 15dB oder mehr auf dem Messohr - selbst, wenn Vertäubungsregel 2 nicht erfüllt ist (siehe Abbildung 3 sowie insbesondere Abbildung 4).

Erläuterung: Ein dubioser Schallleitungsanteil bedeutet, dass man diesen aufgrund der Daten des audiologischen Vorgesprächs und/oder der Otoskopie nicht erwartet, sodass von keiner kombinierten Schwerhörigkeit ausgegangen werden kann (diese sich jedoch audiometrisch darstellt). In so einem Fall muss eine Abklärung unter Vertäubung erfolgen.

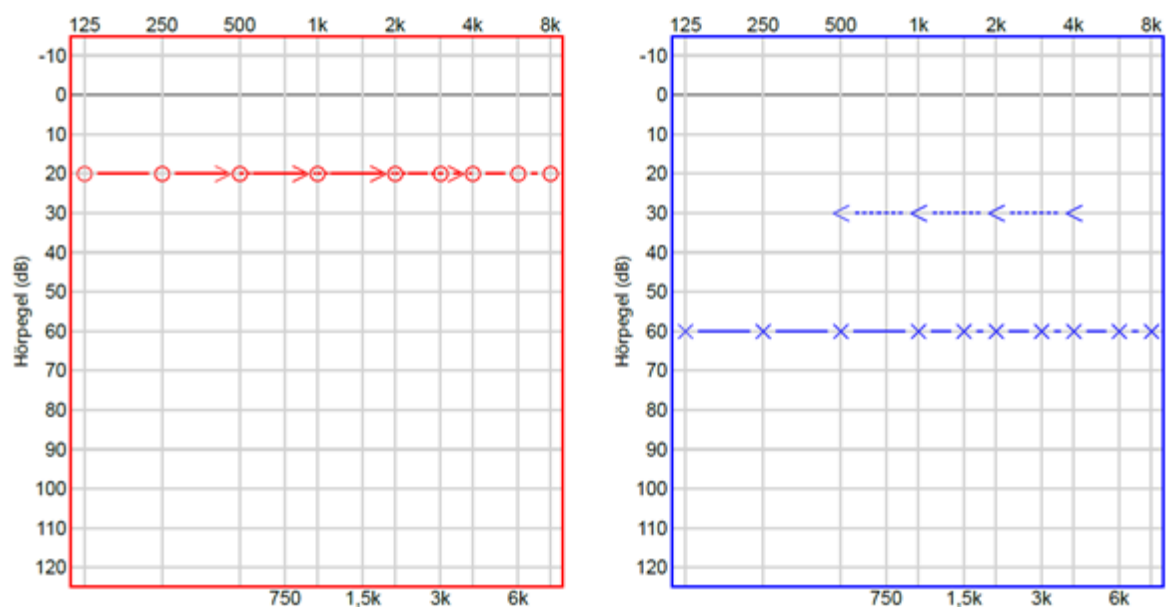


Abb. 3: Eindeutiger Fall: Die Differenz zwischen den Knochenleitungen beträgt 10dB und der SL-Anteil auf dem linken Ohr ist größer als 15dB [2]

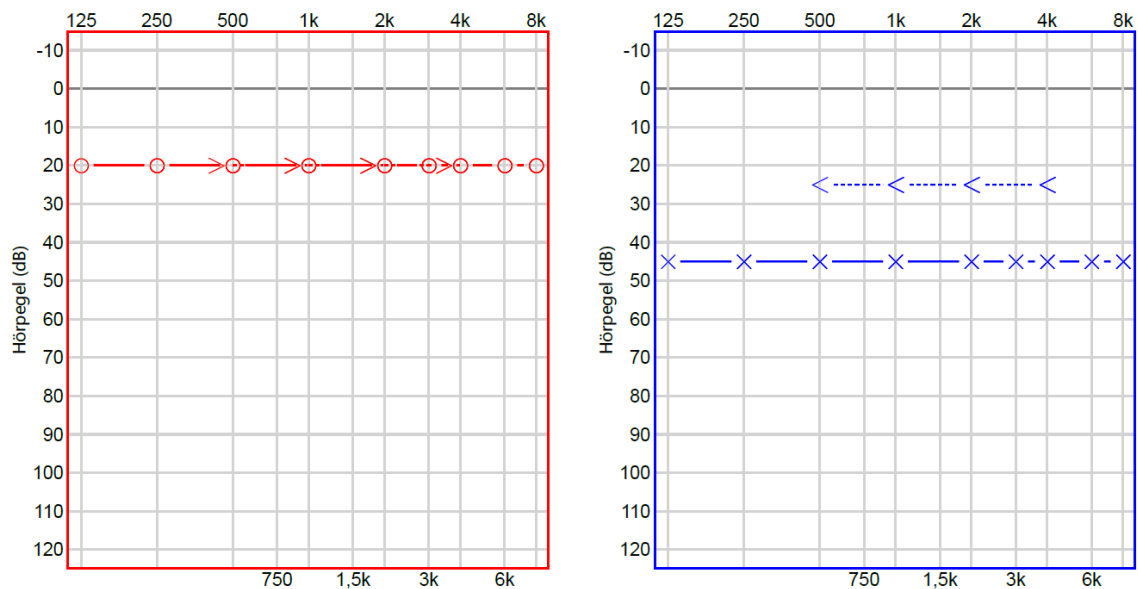


Abb. 4: Uneindeutiger Fall: Obwohl die Differenz zwischen den Knochenleitungswerten kleiner als 10dB ist, muss hier vertäubt werden, da der Abstand zwischen Luftleitung und Knochenleitung links größer als 15dB ist und ein nicht erwarteter Schalleitungsanteil vorliegt [2]

5. Mögliche Vorgehensweisen am Beispiel der Vertäubung mit synchron mitlaufendem Rauschen

Im Folgenden werden exemplarisch für eine Frequenz die einzelnen Phasen für den Ablauf einer Vertäubung beschrieben.

Vorab folgende Hinweise:

- Bei einer bekannten Asymmetrie des Gehörs: besseres Ohr komplett (Luftleitung, Knochenleitung, U-Grenze) messen
- Optimale Einweisung zur Messung des schlechteren Ohres (siehe Regel 1).

Phase I: Messung der Luftleitung auf dem schlechteren Ohr

Möglichkeit 1:

Pegelerhöhung bis der Kunde angibt, dass er das Signal auf dem Gegenohr wahrnimmt (Regel 1), d.h. Pegeldifferenz kleiner oder größer 50dB zur besseren Knochenleitung

Möglichkeit 2:

Eine Pegeldifferenz von 50dB zur besseren Knochenleitung des Gegenohres wird erreicht. An dieser Stelle sind 3 Aussagen möglich (siehe auch Abbildung 2):

1. Kunde gibt an, das Signal auf dem Messohr zu hören
2. Kunde gibt an, das Signal auf dem Gegenohr zu hören
3. Kunde gibt an, das Signal gar nicht zu hören.

Achtung: Egal welche Aussage getätigt wurde, die weitere Vorgehensweise muss unter Vertäubung erfolgen.

Das Messsignal wird zunächst abgeschaltet.

Phase II: Allgemeine Vorgehensweise bei einer Vertäubung

Zunächst wird der Kunde eingewiesen.

Schritt 1:

Rauschpegel einschalten und auf dem besseren Ohr bis zur Luftleitungshörschwelle erhöhen.

Achtung: Nachfragen, ob das Rauschen wahrgenommen wird (Ermittlung der Rauschhörschwelle)!

Schritt 2:

Falls Antwort „ja“: Rauschpegel auf 20dB (SL) erhöhen

Falls Antwort „nein“: Rauschpegel bis zur Rauschhörschwelle erhöhen. Dann von dort ausgehend 20dB (SL) einstellen.

Schritt 3:

Einstellen des Messsignals auf den kritischen Pegel (siehe Phase I).

Wurde vom Kunden ein Höreindruck unter Vertäubung angegeben, so gibt es an dieser Stelle 2 Aussagemöglichkeiten:

1. Das Signal ist immer noch hörbar
2. Das Signal ist nicht mehr hörbar.

Bei Aussage 1 kann der Höreindruck als richtig gewertet und der Signalpegel zusammen mit dem Rauschpegel abgespeichert werden.

Bei Aussage 2 werden dann das Messsignal und das Rauschsignal synchron erhöht. Dies geschieht solange, bis das Signal wahrgenommen wird. In dem Fall wird das Signal auch immer auf dem Messohr gehört. An dieser Stelle wird ebenfalls der Signalpegel zusammen mit dem Rauschpegel abgespeichert.

Ausnahme: Das Rauschsignal kommt in den Bereich der U-Grenze des Gegenohres (vertäubtes Ohr). Dann muss die Messung abgebrochen werden, auch wenn das Signal noch nicht auf dem Messohr wahrgenommen wurde.

Eine praktische Empfehlung der afh lautet bis maximal 10 dB vor die U-Grenze zu messen.

Schritt 4:

Auswahl der nächsten Frequenz und Start bei Phase I.

Phase III: Messung der Knochenleitung auf dem schlechteren Ohr

Bei der Ermittlung der Knochenleitungshörschwelle wird in gleicher Art und Weise vorgegangen wie bei der Ermittlung der Luftleitungshörschwelle, jedoch beträgt der „vertäubungsfreie“ Differenzwert zwischen den Knochenleitungen maximal 10dB (siehe Regel 2 und auch Abbildung 1).

Ebenso wird der Startrauschpegel mit 20dB (SL) über der Luftleitungshörschwelle bzw. 20dB über der Rauschhörschwelle gewählt.

- Ausnahme: Es sollen keine Föhlschwellen unter Vertäubung überprüft werden bzw. in Föhlschwellen hineinvertäubt werden (siehe Abbildung 5). Die Föhlschwellen (nach Lehnhardt) müssen bekannt sein:
 - 125 Hz: 15 dB
 - 250 Hz: 30 dB
 - 500 Hz: 45 dB
 - 1000 Hz: 60 dB
- Ebenso sollte der Hörakustiker die Leistungsgrenzen des Audiometers, insbesondere für die Knochenleitung kennen. Es sollte keine Vertäubung durchgeführt werden,

wenn erkannt wurde, dass die Leistungsgrenze erreicht oder unmittelbar erreicht wird (siehe Abbildung 1).

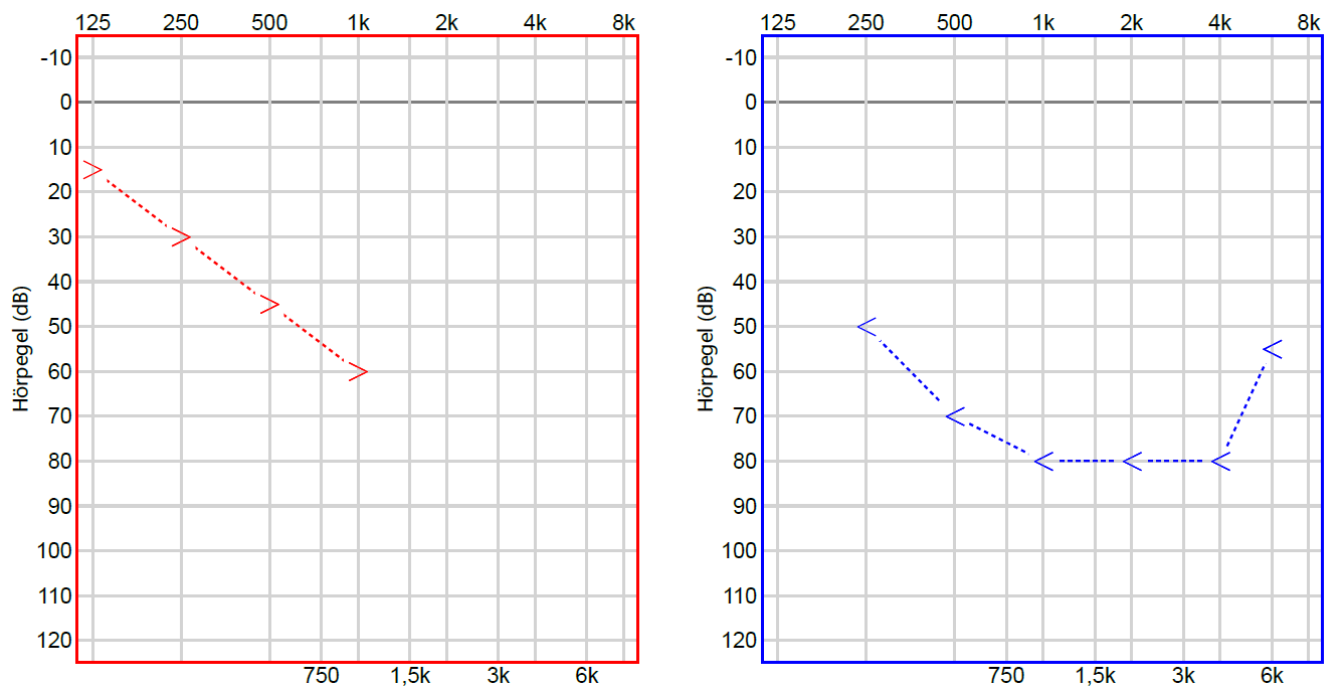


Abb. 5: Rechts: Föhlschwelle nach Lehnhardt für die Knochenleitung, links: Leistungsgrenze für die Knochenleitung, exemplarisch angegeben mit dem Aurical 2-Messsystem

6. Abschließende Bemerkungen

Je nach verwendetem Messsystem besteht die Möglichkeit, das Messsignal und das Rauschsignal über eine „Lock“-Funktion miteinander zu koppeln. Dies erleichtert die praktische Vorgehensweise der Vertäubung mit synchron mitlaufendem Rauschen.

Die entsprechenden Rauschpegel werden - je nach Messsystem - entweder graphisch im Audiogramm oder numerisch in einer Tabelle abgespeichert.

Quellenverzeichnis

- [1] E. Lehnhardt, R. Laszig (Hrsg.) unter Mitarbeit von N. Dillier:
„Praxis der Audiometrie“, Thieme-Verlag, 2009, 9. überarbeitete und erweiterte
Auflage
- [2] Alle Abbildungen wurden mit dem Aurical 2 Modul angefertigt

Die Vertäubung bei der Sprachaudiometrie

1. Einleitung

Ein Überhören ist bei der Erstellung von Sprachaudiogrammen möglich. Dies ist darin begründet, dass bei den sprachaudiometrischen Untersuchungen des Gehörs notwendigerweise mit höheren Messpegeln gearbeitet wird als bei der Tonaudiometrie. Obwohl bereits in der Nähe von Tonhörschwellen - und zwar sowohl bei der Luftleitung (LL) als auch bei der Knochenleitung (KL) - ein Überhören möglich ist, wird häufig die Notwendigkeit der Vertäubung bei der Sprachaudiometrie nicht erkannt und somit auch nicht durchgeführt.

2. Allgemeines

Obwohl mit deutlich höheren Messpegeln gearbeitet wird, fällt das Überhören im ersten Moment häufig weder dem Hörakustiker noch dem Kunden auf. Dies liegt daran, dass die Zahlen oder Wörter im Gegensatz zu den Tönen nicht auf das Gegenohr überspringen. Der Kunde realisiert nicht, dass seine richtigen Antworten Produkte des Leistungsvermögens beider Innenohren sind.

Für die Frage des Überhörens ist auch im Sprachaudiogramm von der Knochenleitung des Gegenohres auszugehen. Da diese Werte in der Sprachaudiometrie nicht gemessen werden, muss man sich diesbezüglich am Tonaudiogramm orientieren.

3. Grundlegende Vorbemerkungen

Das Überhören geschieht auch bei der Sprachaudiometrie immer auf dem KL-Weg, obwohl der Schall über die LL angeboten wird. Es gibt nur ein Überhören vom Ohr mit der schlechteren KL zum Ohr mit der besseren Innenohrfunktion.

Beträgt die Differenz zwischen der Knochenleitungsschwelle bei einigen Frequenzen des zu vertäubenden Ohres und dem zu verwendenden Sprachschallpegel $\geq 50\text{dB}$, dann besteht die Möglichkeit des Überhörens. Aber: **das Gehörte ist für das Gegenohr noch nicht verständlich**. Erst wenn die Differenz $\geq 70\text{dB}$ erreicht, kann auch ein mittleres Zahlenverständnis erwartet werden. Dies gilt auch für Einsilber, sobald der dargebotene

Sprachschallpegel ≥ 80 dB über der Knochenleitungsschwelle des Gegenohres liegt. Diese Werte ergeben sich aus den Normkurven für die Sprachverständlichkeit.

Erklärung: 50dB Überhörwert plus 20dB (genau 18,5dB) für „mittleres Zahlenverstehen“ und 50dB Überhörwert plus 30dB für „mittleres Einsilberverstehen“ (siehe Abbildung 1, [1]).

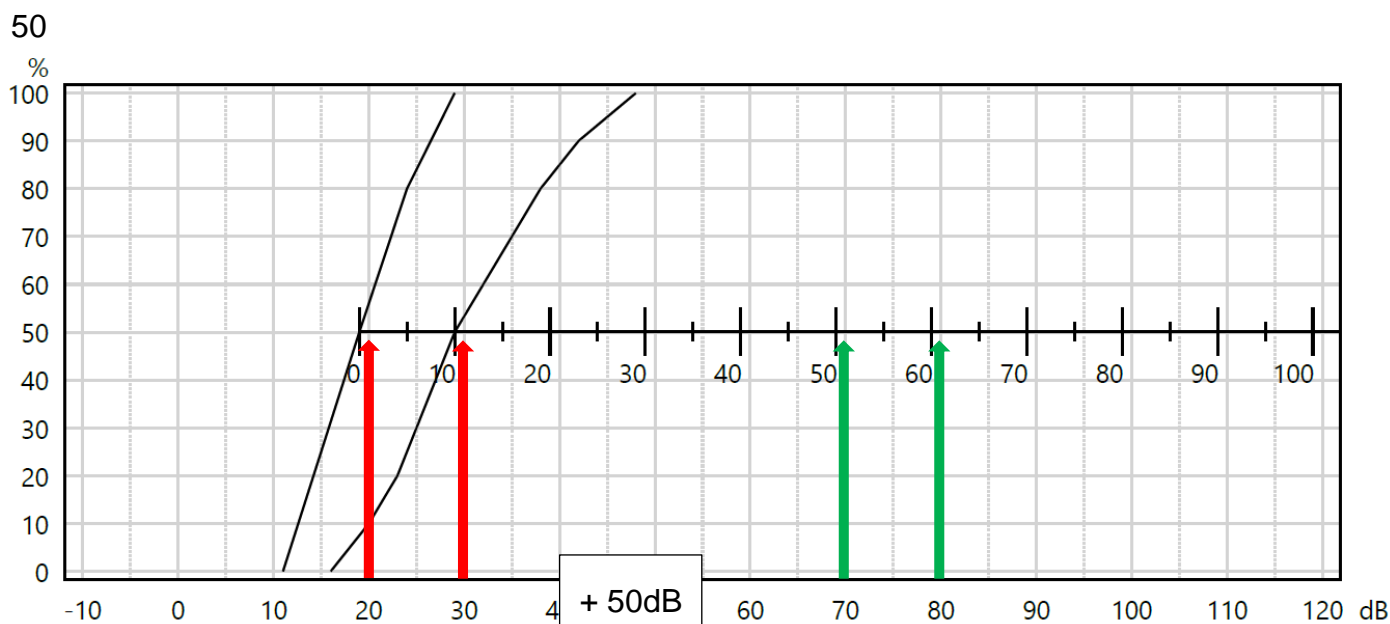


Abb. 1: „Überverstehwerte“: Eine normalhörende Person hat erst bei ca. 70dB ein durchschnittliches Mehrsilberverstehen und bei ca. 80dB ein durchschnittliches Einsilberverstehen (Quelle: Lehnhardt, 8. Auflage, S. 185, [1])

4. Vorüberlegungen und praktische Vorgehensweise

Im Folgenden werden exemplarisch die einzelnen Phasen für den Ablauf einer Vertäubung in der Sprachaudiometrie beschrieben.

Vorab folgende Hinweise:

- Die Tonaudiometrie ist vollständig durchgeführt worden
- Der Kunde ist in die Messung des Hörverlustes für Zahlen eingewiesen.

Phase I: Besser hörendes Ohr (Gegenohr)

In Phase I sollen alle Messungen in der Sprachaudiometrie durchgeführt werden:

- HV für Zahlen
- Diskriminationsverlust
- Unbehaglichkeitsgrenze

**Phase II: Messung des Hörverlustes für Zahlen auf dem schlechteren Ohr
(Messohr)**

Achtung: Jetzt muss überlegt werden, ob eine Vertäubung notwendig ist oder nicht.

Dabei kann es sehr hilfreich sein, die folgenden drei Fragen zu beantworten:

Frage 1: Welchen Nutzpegel (L_{Nutz}) biete ich auf dem Messohr an?

Antwort 1: HV der Luftleitung bei 500 Hz plus 15 bis 20dB,

oder:

Mittlerer HV bei 250 Hz, 500 Hz und 750 Hz, bzw. 1 kHz (je nachdem, ob 750 Hz gemessen wurde) plus 15 bis 20dB

Frage 2: Welcher „Restpegel“ (L_{Rest}) kann davon im ungünstigsten Falle auf dem Gegenohr ankommen?

(Siehe Abbildungen 2 und 3)

Antwort 2: $L_{\text{Rest}} = L_{\text{Nutz}} - 50\text{dB}$

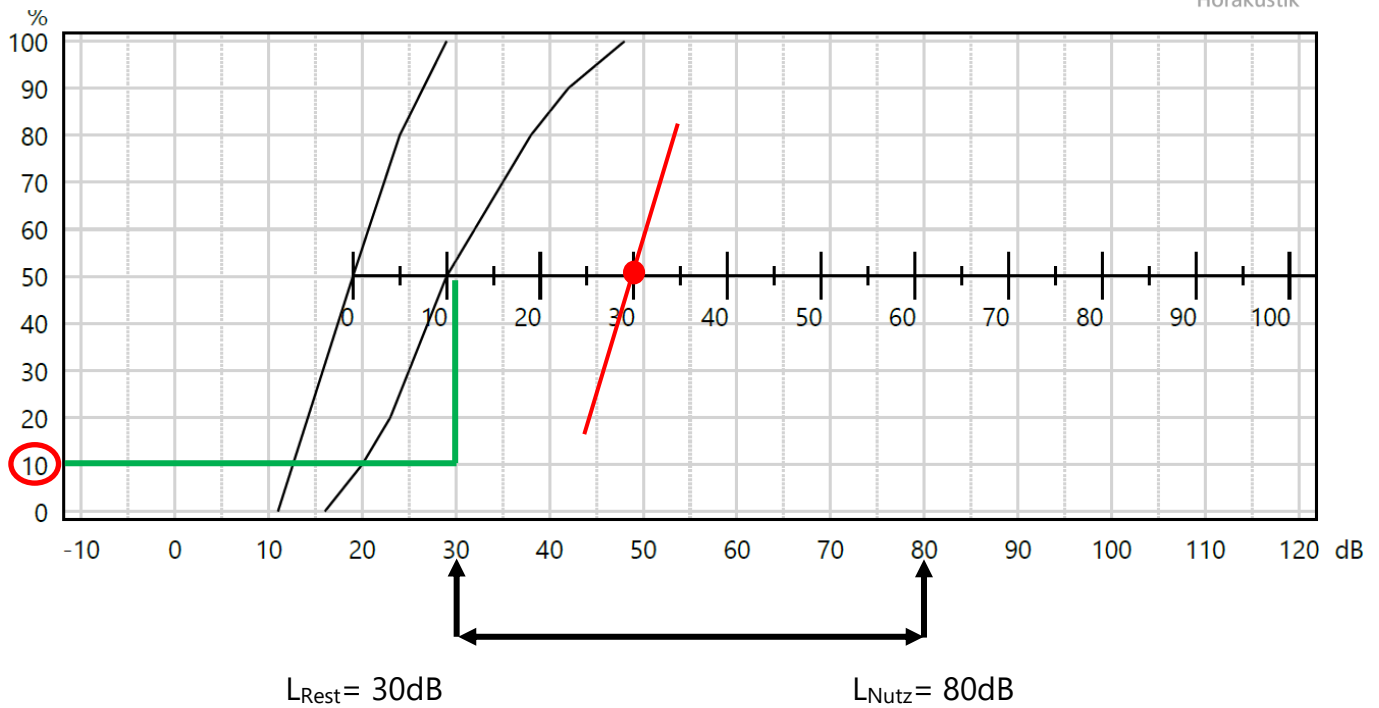


Abb. 2: Beispiel zur Ermittlung des L_{Rest} . Der angenommene Messpegel (L_{Nutz}) für das schlechtere Ohr beträgt 80dB. Ermittelt wurde der Wert nach dem Prinzip wie unter Antwort 1 beschrieben. In diesem Fall gilt: eine Vertäubung ist nicht notwendig.

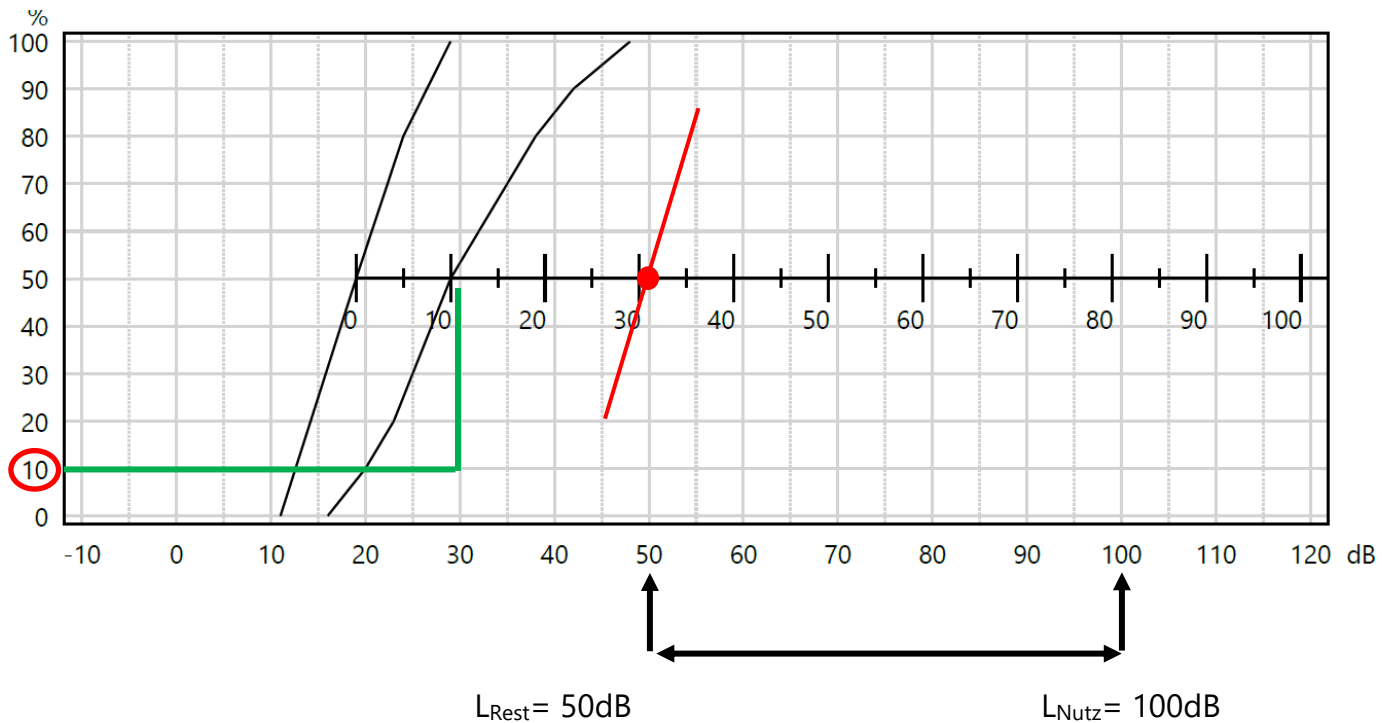


Abb. 3: Beispiel zur Ermittlung des L_{Rest} . Der angenommene Messpegel (L_{Nutz}) für das schlechtere Ohr beträgt 100dB. Ermittelt wurde der Wert nach dem Prinzip wie unter Antwort 1 beschrieben. In diesem Fall gilt: eine Vertäubung ist notwendig.

Erklärung: Der Überleitungsverlust (um den Luftschall in Knochenschall umzuwandeln, der dann auf das Gegenohr geleitet wird) beträgt 50 dB, wie auch bei den tonaudiometrischen Untersuchungen mit dem supraauralem Kopfhörer.

Im obigen Beispiel wird ein L_{Nutz} von 100dB auf dem Messohr angenommen. Aus den 100dB Luftschall werden 50dB Knochenschall (L_{Rest}). Dieser Knochenschall erreicht nun das Gegenohr. Jetzt muss anhand des gemessenen Sprachaudiogramms geprüft werden, ob das Gegenohr mit dem angebotenen Knochenschall schon diskriminieren kann. Im Beispiel der Abbildung 2 muss diese Frage eindeutig mit „Nein“ beantwortet werden, da noch kein Zahlenverstehen möglich ist. Im Beispiel der Abbildung 3 muss diese Frage eindeutig mit „Ja“ beantwortet werden, da mit diesem Schalldruckpegel schon 50% der Zahlen verstanden werden konnten.

Wichtig: Nach dieser Erkenntnis (Abbildung 3) kann also nicht mehr davon ausgegangen werden, dass eine Messung des Messohres **ohne Vertäubung des Gegenohres** ein korrektes Ergebnis liefert, da das Innenohr des Gegenohres bereits „mithört“.

Frage 3: Kann mit diesem Restpegel auf dem Gegenohr schon etwas verstanden werden?

(Siehe dazu Abbildungen 2 und 3)

Antwort 3: NEIN: Ohne Vertäubung messen (gilt für Abbildung 2)

JA: Vertäuben und messen (gilt für Abbildung 3)

Phase III: Wahl des Vertäubungspegels

Wie bei der tonaudiometrischen Vertäubung muss auch bei der Sprachvertäubung ein Pegel gewählt werden, der mit Sicherheit eine Verdeckung des Sprachschalls auf dem

Gegenohr bewirkt. Um dies zu erreichen, wird ein Vertäbungspegel gewählt, der jeweils 10dB lauter ist als der L_{Rest} .

Wichtig: Diese Wahl des Vertäbungspegels gilt nur, wenn auf dem zu vertäbenden Ohr eine Schallempfindungsschwerhörigkeit vorliegt (Abbildung 4). Ergibt sich tonaudiometrisch eine kombinierte Schwerhörigkeit ($KL < LL$) auf dem zu vertäbenden Ohr, so muss der Vertäbungspegel größer gewählt werden.

Siehe hierzu Phase V.

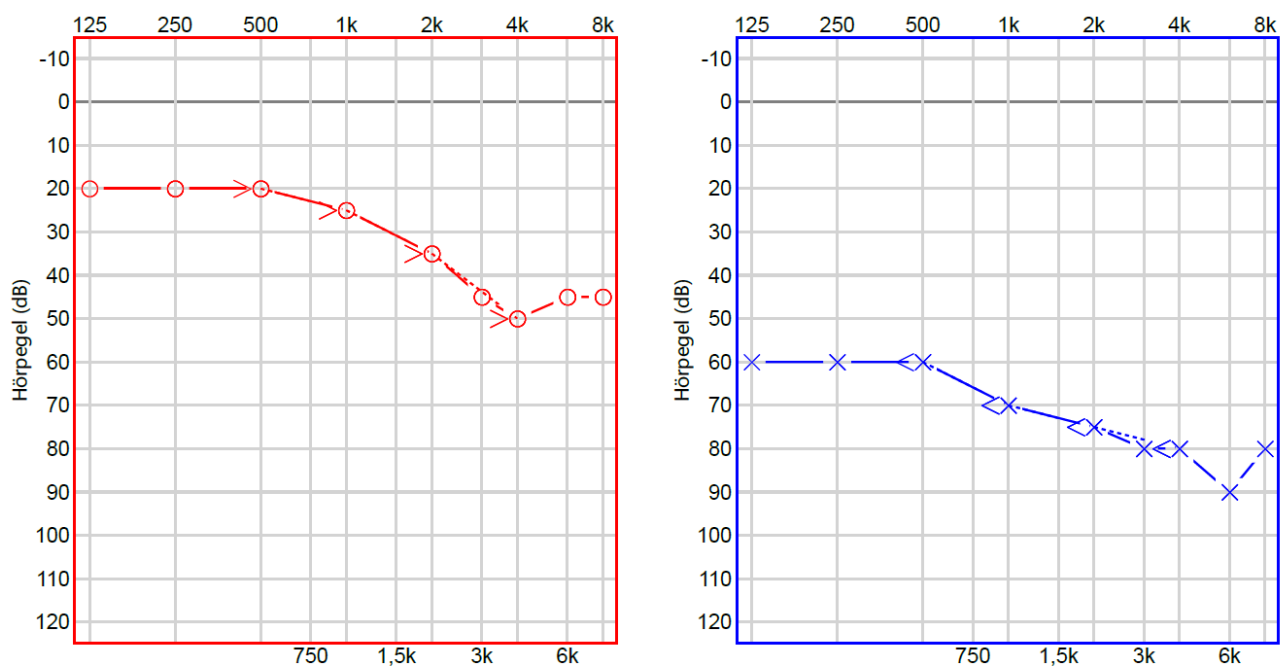


Abb. 4: Seitendifferentes Gehör, beidseitige Schallempfindungsschwerhörigkeit. Die Vertäubung der Tonschwellen wurden aus Übersichtsgründen nicht eingezeichnet.

Als Vertäubungssignal wird das vom jeweils verwendeten Audiometer gelieferte Rauschsignal benutzt. Hierbei handelt es sich entsprechend des Frequenzbereiches der Sprache um ein Rauschen nach DIN IEC 60645-2.

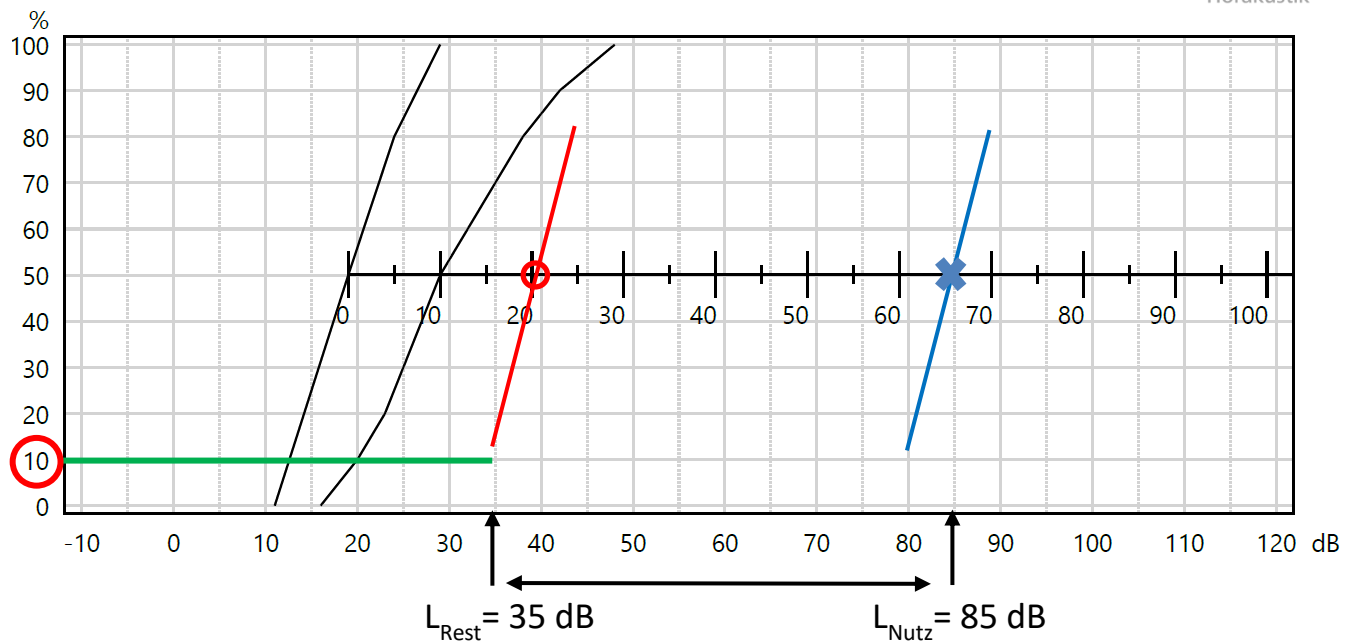


Abb. 5: Wahl und Dokumentation des Vertäubungspegels

Im obigen Beispiel gemäß Abbildung 4 muss das rechte Ohr vertäubt werden, da ein Mithören des Gegenohres nicht ausgeschlossen werden kann. Ausgehend von einer Schallempfindungsschwerhörigkeit auf dem rechten Ohr wird der Vertäubungspegel 10dB lauter gewählt als der L_{Rest} . In diesem Beispiel beträgt der Vertäubungspegel L_{Vert} demnach 45dB.

Daraus ergibt sich folgende Berechnungsformel für den Vertäubungspegel:

$$L_{\text{Vert.}} = L_{\text{Rest}} + 10\text{dB}$$

oder

$$L_{\text{Vert.}} = L_{\text{Nutz}} - 40\text{dB.}$$

Wichtig: Um eine Entscheidung treffen zu können, ab welchem Diskriminationsvermögen auf dem Gegenohr die Vertäubung vorgenommen werden muss, wird das Kriterium einer mindestens 10%igen Verständlichkeit gewählt. Hierzu ist es gegebenenfalls erforderlich, die Kurve für den Hörverlust für Zahlen entsprechend der Normkurve zu extrapolieren (siehe auch Abbildungen 2,3 und 4).

Für Dokumentationszwecke wird der verwendete Vertäubungspegel oberhalb der gemessenen Gruppe (Messohr) eingetragen (siehe Abbildung 5).

Phase IV: Messung des Diskriminationsverlustes

Nach der Aufnahme der Unbehaglichkeitsgrenzen verfährt man bei den Messungen für die Sprachverständlichkeit (Einsilber) in gleicher Weise wie bei den Zahlenmessungen. Hier erfolgen die oben aufgeführten Überlegungen zur Wahl der Messpegel für das Messohr (siehe Abbildung 5).

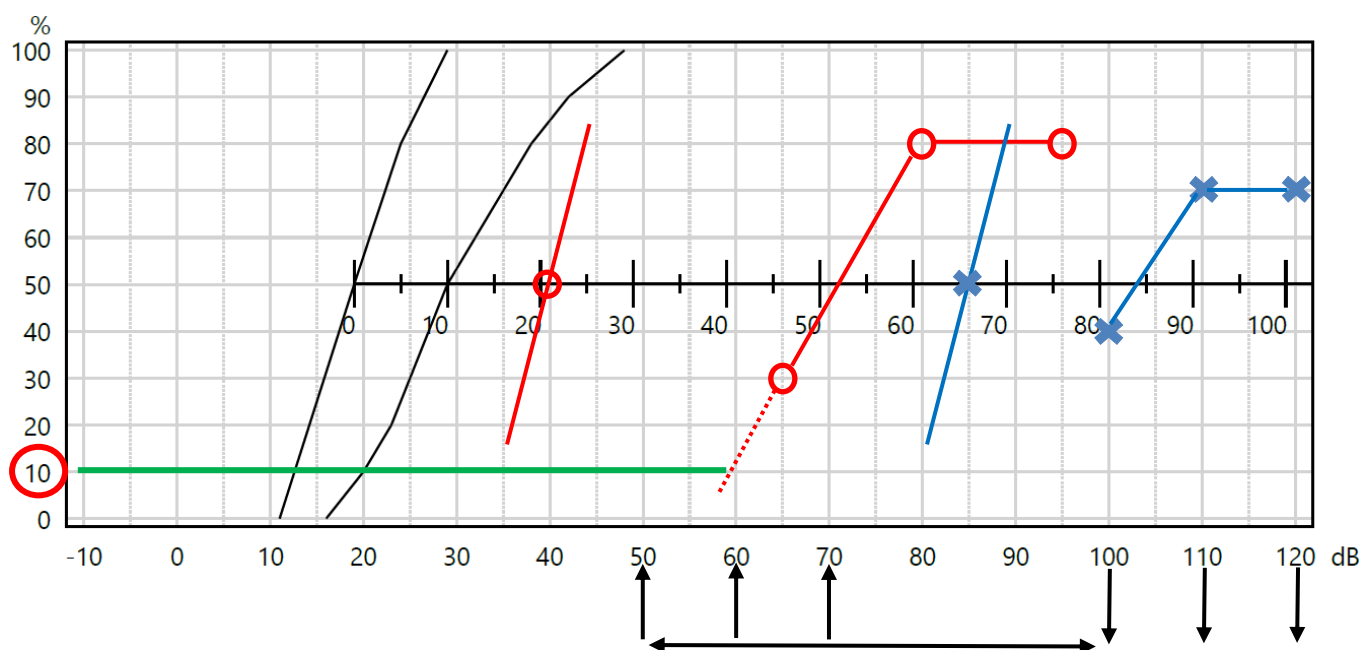


Abb. 6: Entscheidungsfindung zur Vertäubung und Dokumentation der Vertäubungspegel

Bei der Wahl der Messpegel für das linke Ohr (100dB, 110dB und 120dB) ist eine Vertäubung beim ersten Messpegel nicht notwendig, da ein Überhören bei einem Restpegel von 50dB nicht möglich ist. Bei den Messpegeln 110dB und 120dB ist eine Vertäubung notwendig, da die Überhörschwelle erreicht bzw. überschritten wird.

Wichtig: Der Normalhörende versteht Zahlen und Wörter bei unterschiedlichen Pegeln. Bei Zahlen kann der Pegel niedriger sein, als bei Wörtern (siehe Normkurven). Dies gilt natürlich auch für Menschen mit Hörminderungen.

Aus diesem Grunde muss bei der Entscheidung ob eine Vertäubung notwendig ist, auf das entsprechende Sprachmaterial geachtet werden. Dabei sollen immer die Diskriminationswerte von Zahlen mit Zahlen und Wörter mit Wörtern verglichen werden!

Phase V: Messung des Diskriminationsverlustes bei vorhandenem Schalleitungsanteil auf dem Gegenohr

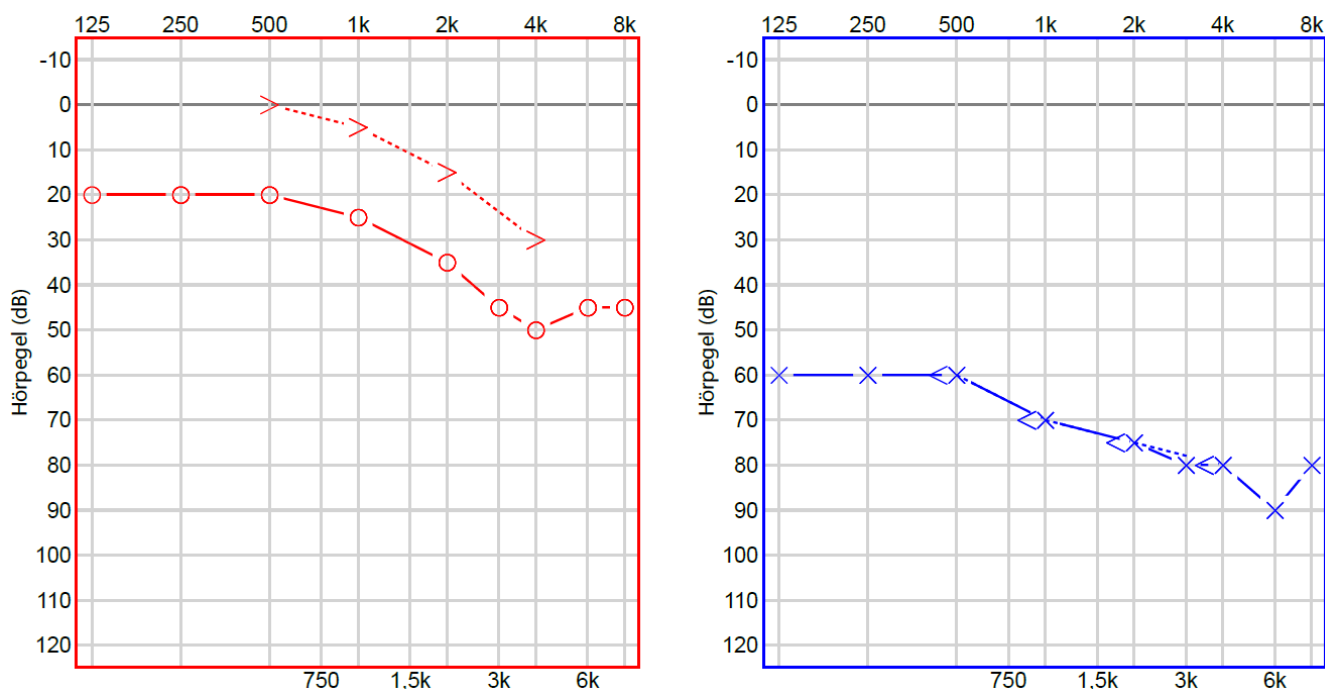


Abb. 7: Tonaudiogramm mit einem Schalleitungsanteil von konstant 20dB auf dem zu vertäubenden Ohr. Die Vertäubung der Tonschwellen wurden aus Übersichtsgründen nicht eingezeichnet

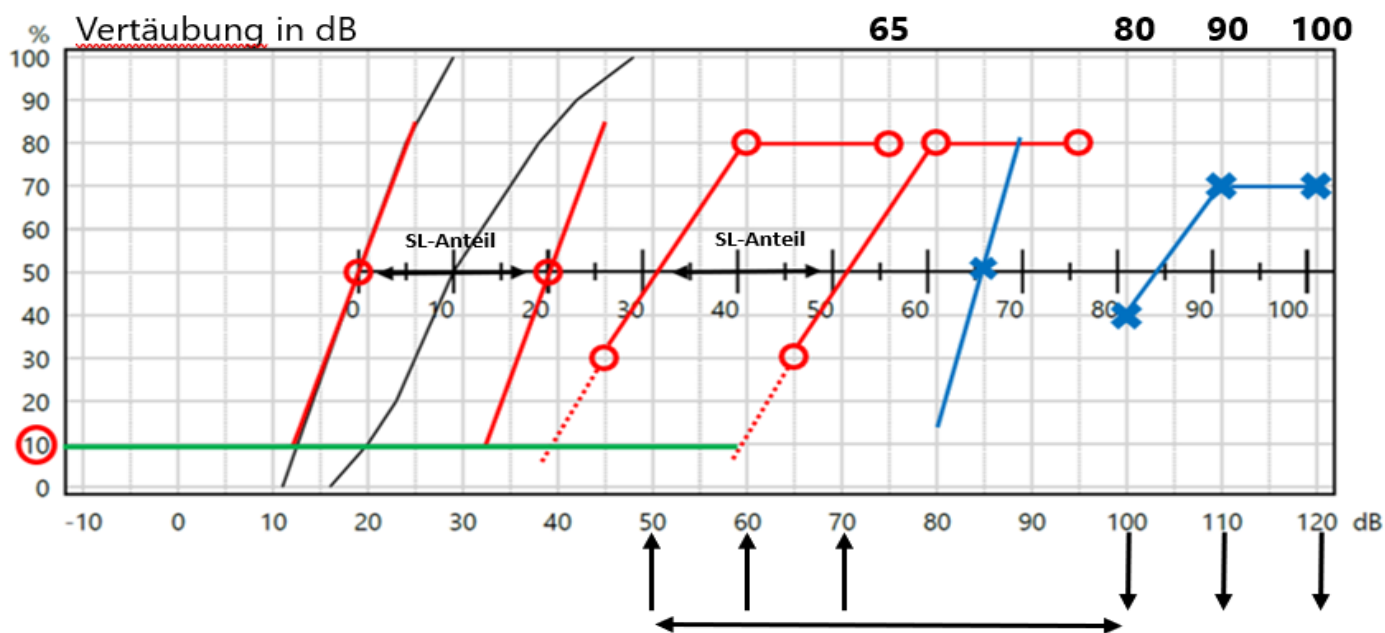


Abb.8: Zahlen- und Wörterkurven mit und ohne Schalleitungsanteil von 20dB sowie Dokumentation der Vertäubungspegel

Bei der Vertäubung in der Tonaudiometrie ist ein Schalleitungsanteil auf dem zu vertäubenden Ohr nicht zu berücksichtigen, da die Vertäubungspegel immer ausreichend sind, um ein überhörtetes Signal auszulöschen.

Bei der Vertäubung in der Sprachaudiometrie wird mit deutlich überschwelligen Pegeln gearbeitet. Dies bedeutet, dass das auf dem Gegenohr ankommende Sprachsignal auch stark überschwellig ist.

Liegt auf dem Gegenohr noch ein Schalleitungsanteil vor, so wird noch früher überhört, da die Innenohrfunktion deutlich besser ist, als es die Luftleitungshörschwelle vermuten lässt.

Wird der Vertäubungspegel entsprechend dem in Phase III erläuterten Verfahren berechnet, so wird er nicht ausreichend sein, um das ankommende Sprachsignal zu verdecken.

In solchen Fällen muss der Schalleitungsanteil mit eingerechnet werden. Man kommt erst dann zu den gleichen Verdeckungswirkungen wie in der Phase III, wenn eine Schallempfindungsschwerhörigkeit auf dem Gegenohr vorliegt.

Einfach gesagt: Da nicht über Knochenleitung vertäubt wird, sondern nur über den Luftleitungsweg muss die Dämpfung der Schalleitungskomponente immer auf den Vertäubungspegel hinzuaddiert werden.

Daraus ergeben sich folgende Berechnungsformeln für den Vertäubungspegel $L_{\text{Vert.}}$:

$$L_{\text{Vert.}} = L_{\text{Rest}} + 10\text{dB} + \text{SL-Anteil}$$

oder

$$L_{\text{Vert.}} = L_{\text{Nutz}} - 40\text{dB} + \text{SL-Anteil}$$

Bei unterschiedlichen SL-Anteilen wird der SL-Anteil für die Frequenzen 500Hz, 1kHz und 2kHz gemittelt und eventuell auf den nächst größeren dB-Wert aufgerundet, da in 5dB-Schritten gemessen wird.

Beispiele:

- SL-Anteil 500Hz: 10dB
- SL-Anteil 1kHz: 15dB
- SL-Anteil 2kHz: 20dB.

Arithmetisches Mittel: $(10\text{dB} + 15\text{dB} + 20\text{dB})/3 = \underline{15\text{dB}}$

SL-Anteil 500Hz: 15dB

SL-Anteil 1kHz: 15dB

SL-Anteil 2kHz: 20dB

Arithmetisches Mittel: $(15\text{dB} + 15\text{dB} + 20\text{dB})/3 = \underline{16,7\text{dB}}$

Dieses Ergebnis wird auf 20dB gerundet.

Erläuterungen zu den Abbildungen 7 und 8:

Der Hörverlust für Zahlen auf der rechten Seite beträgt 20dB, gemessen „normal“ über die Luftleitung. Somit beträgt der Messpegel ca. 40dB. Wird nun z.B. ein Messpegel für die linke Seite von 85dB gewählt, so denkt man zunächst, dass eine Vertäubung nicht notwendig sei. Dies ist jedoch nicht richtig, da - wie im Tonaudiogramm für das rechte Ohr zu erkennen - die Innenohrfunktion (siehe Knochenleitung) annähernd normal ist.

Zieht man die Formel der Phase III (Wahl des Vertäubungspegels bei Schallempfindungschwerhörigkeit auf dem rechten Ohr) heran, so erhält man einen Vertäubungspegel wie folgt:

$$L_{\text{Vert.}} = L_{\text{Nutz}} - 40\text{dB}$$

$$L_{\text{Vert.}} = 85\text{dB} - 40\text{dB}$$

$$L_{\text{Vert.}} = 45\text{dB.}$$

Dieser Vertäubungspegel wird nun über den Luftleitungshörer angeboten. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass man sich nur maximal 25dB über der individuellen Hörschwelle des rechten Ohres bewegt (siehe dazu Abbildung 7). Jedoch steht dem ein L_{Rest} von 35dB gegenüber, verursacht durch den Knochenschall bei Beschallung des linken Ohres:

$$L_{\text{Rest}} = L_{\text{Nutz}} - 50\text{dB}$$

$$L_{\text{Rest}} = 85\text{dB} - 50\text{dB}$$

$$L_{\text{Rest}} = 35\text{dB.}$$

Der gemäß Phase III ermittelte Vertäubungspegel kann also die Zahlen, die über Knochenschall vom linken Ohr kommen, nicht verdecken. Aus diesem Grund muss der Schallleitungsanteil des rechten Ohres mit einbezogen werden (siehe Phase V).

Somit wird der Vertäubungspegel wie folgt berechnet:

$$L_{\text{Vert.}} = L_{\text{Nutz}} - 40\text{dB} + \text{SL-Anteil}$$

$$L_{\text{Vert.}} = 85\text{dB} - 40\text{dB} + 20\text{dB}$$

$$L_{\text{Vert.}} = 65\text{dB.}$$

Demnach wird das rechte Ohr mit einem maximalen Pegel von 45dB über der individuellen Hörschwelle des rechten Ohres vertäubt. Dies führt eindeutig zur Verdeckung des Knochenschallpegels von 35dB. Für die Diskrimination geht man in gleicher Weise wie oben beschrieben vor (siehe Abbildung 8).

Beachte: Abbildung 8 verdeutlicht, dass man in solchen Fällen relativ schnell zu hohen Vertäubungspegeln gelangt. Der Proband empfindet diese hohen Pegel auf Grund des vorhandenen Schallleitungsanteils auf dem rechten Ohr meist als nicht zu laut. Trotzdem sollte einem klar sein, dass der Schalldruckpegel sehr groß werden kann und in die Nähe der Unbehaglichkeitsgrenze rücken kann. Ein vorheriges Anbieten des Rauschpegels und die Frage nach der Akzeptanz ist zwingend erforderlich.

Phase VII: Alternative Vorgehensweise:

Eine alternative Vorgehensweise ist die Ermittlung des $L_{\text{ÜD}10}$. Der $L_{\text{ÜD}10}$ beschreibt die Wahrscheinlichkeit eines 10%tigen Verstehens des Gegenohres durch das auf dem Messohr angebotenen Testmaterials. Er wird einmalig für die Ermittlung des Hörverlustes (mit Zahlen) und die Ermittlung der Diskrimination (mit Wörtern) errechnet. Steht dieser Wert, ist die Entscheidung, ob vertäubt werden muss oder nicht, sehr einfach:

Ist der Pegel auf dem Messohr $\geq L_{UD10}$, muss vertäubt werden. Ist er kleiner, nicht. Für die Ermittlung des Pegels gilt:

Berechnung des Pegels für das 10%ige überhörte Sprachverstehen

$$L_{UD10} = L_{Spr.10\%(Go)} + 50\text{dB} - SL\text{-Anteil}_{(Go)}$$

Dabei bedeuten:

- L_{UD10}:** Sprachschallpegel in dB (l), bei dem auf dem Messohr noch 10% Diskrimination durch Überhören auf das Gegenohr erreicht werden würde.
- L_{Spr.10%}:** Sprachschallpegel in dB(l), bei dem auf dem Gegenohr noch 10% Diskrimination mit dem gleichen Testmaterial erreicht wurden (ggf. extrapolieren mit Steigung der Normkurve)
- Go:** Gegenohr.

Quellenverzeichnis

- [1] E. Lehnhardt, R. Laszig (Hrsg.) unter Mitarbeit von N. Dillier:
„Praxis der Audiometrie“, 8. überarbeitete und erweiterte Auflage, Thieme-Verlag,
2001
- [2] Die Tonaudiogramme wurden erstellt mit der Software „Otis – AudiogramEdit“ der
Fa. Innoforce