

Bezugs-Kenndaten des menschlichen Ohres für Audiometer

Thomas Fedtke

Utz Richter

Reinton-Audiometrie, d.h. die Prüfung des Gehörs an der Hörschwelle mit Hilfe von Sinustönen, und Sprach-Audiometrie, d.h. die Messung der Verständlichkeit von Sprache mit Hilfe von Listen von Zahlwörtern, Einsilbern, Reimen oder Sätzen sind die Basisverfahren zur messtechnischen Bestimmung des menschlichen Hörvermögens. Der Patient wird dazu in einen ruhigen Raum gesetzt und bekommt Töne oder Sprache z.B. über einen Kopfhörer vorgespielt. Er muss angeben, ob er die Töne gehört bzw. was er von der Sprache verstanden hat. Durch Variation der Lautstärke wird die Schwelle des Reintonhörens bzw. die Verständlichkeitsgrenze der Sprache ermittelt. Für Kleinkinder und für nicht zur Mitarbeit fähige Erwachsene gibt es die objektive Audiometrie, bei der die Antworten auf impulsförmige akustische Testreize, gegebenenfalls unter Sedierung, über Kopfelektroden abgeleitet werden.

Zur Beurteilung der gemessenen Audiogramme braucht der Ohrenarzt Bezugs-Kenndaten, also mittlere Hörschwellenkurven bzw. mittlere Sprachverständlichkeitskurven, die eine Aussage darüber erlauben, ob bzw. wie weit die Audiogramme eines Patienten von denen eines mittleren normalhörenden Menschen abweichen. Für jeden neuen oder technisch verbesserten Schallwandler (Kopfhörer oder Knochenleitungshörer) und für jedes neu entwickelte Testsignal (Sinustöne, Schmalbandrauschen, Clicks oder Kurztöne mit verschiedenen Wiederholfrequenzen, Listen von Sprachelementen usw.) müssen neue Bezugs-Kenndaten ermittelt werden. Für Sprach-Audiometer benötigt man zusätzlich den mittleren Frequenzgang des benutzten Schallwandlers am natürlichen Ohr.

In der PTB werden all diese Kenndaten mit Hilfe von Gruppen von normalhörenden Erwachsenen im Alter zwischen 18 und 25 Jahren bestimmt, die mit speziell entwickelten Fragebögen ausgewählt wurden. Es werden Gruppen von 25 oder mehr Personen vermessen und die Ergebnisse dann gemittelt. Trotz der relativ großen Zahl von Testpersonen liegt die Messunsicherheit dieser Kenndaten dann immer noch bei ± 3 dB.

Nach ihrer Bestimmung werden diese Kenndaten an „künstlichen Ohren“ bzw. „künstlichen Mastoiden“ (das sind technische Nachbildungen des Außenohres bzw. des Knochens hinter der Ohrmuschel) festgelegt und sind erst damit für alle Schallwandler-Exemplare desselben

Typs gültig. Häufig müssen zu diesem Zweck die „künstlichen Ohren bzw. Mastoide“ aber noch technisch verändert und/oder geeignete Messverfahren für sie entwickelt werden.

Für die nur in der Bundesrepublik verwendeten Schallwandler oder Testsignale können die in der PTB ermittelten Kenndaten dann direkt zur Kalibrierung von Audiometern verwendet werden. Ein Beispiel zeigt Bild 1. Bei weltweit verbreiteten Schallwandlern und/oder verwendeten audiometrischen Testsignalen wartet die zuständige Normungsgruppe in der ISO (TC43WG1) ab, bis die fraglichen Kenndaten von einer genügenden Anzahl von Testinstituten (z.B. vier) aus verschiedenen Ländern bestimmt worden sind und die Übereinstimmung nachgewiesen wurde. Die in den verschiedenen Instituten ermittelten Ergebnisse werden gemittelt und international genormt und haben dann für alle Menschen Gültigkeit. Das ist deshalb möglich, weil durch weltweite Vergleichsmessungen – unter anderem zwischen dem chinesischen Staatsinstitut NIM in Peking und der PTB - gezeigt werden konnte, dass das mittlere Hörvermögen von normalhörenden Menschen aus allen fünf Kontinenten im Rahmen der Messgenauigkeit gleich ist.

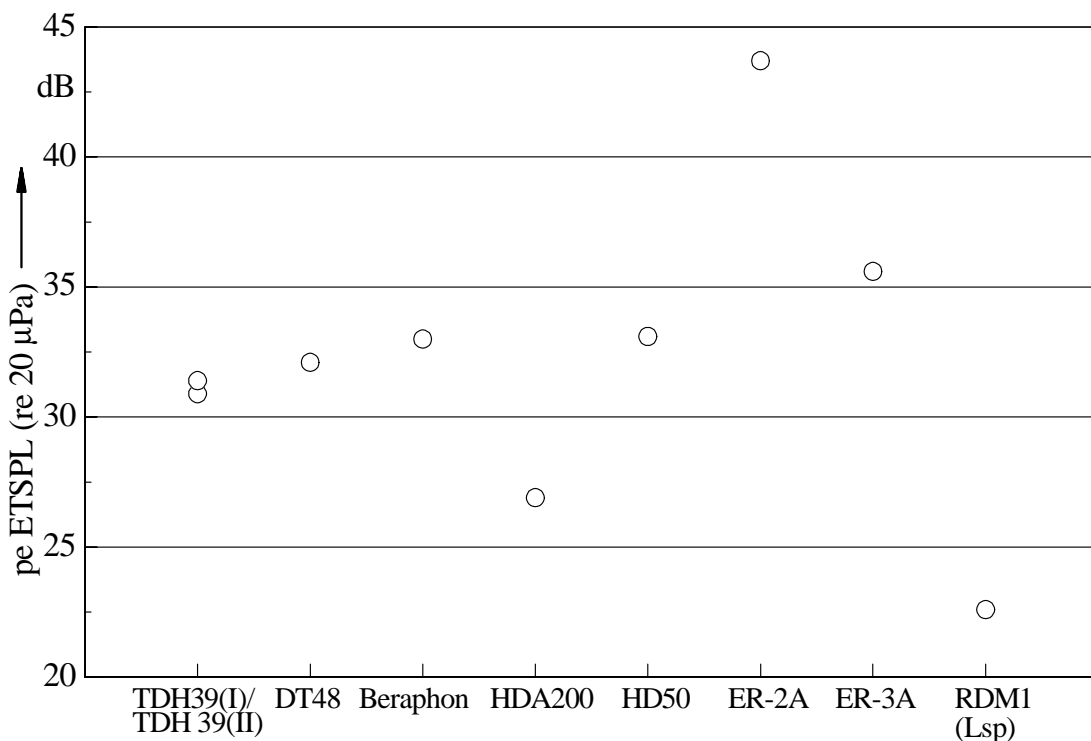


Bild 1: Beispiele für die in der PTB bestimmten äquivalenten Spitzenschwellenschalldruckpegel von Click-Testsignalen (gemessen an den dafür von der ISO vorgesehenen Ohrsimulatoren) für verschiedene Kopfhörer und Lautsprecher (Lsp) von Hirnstamm-Audiometern.