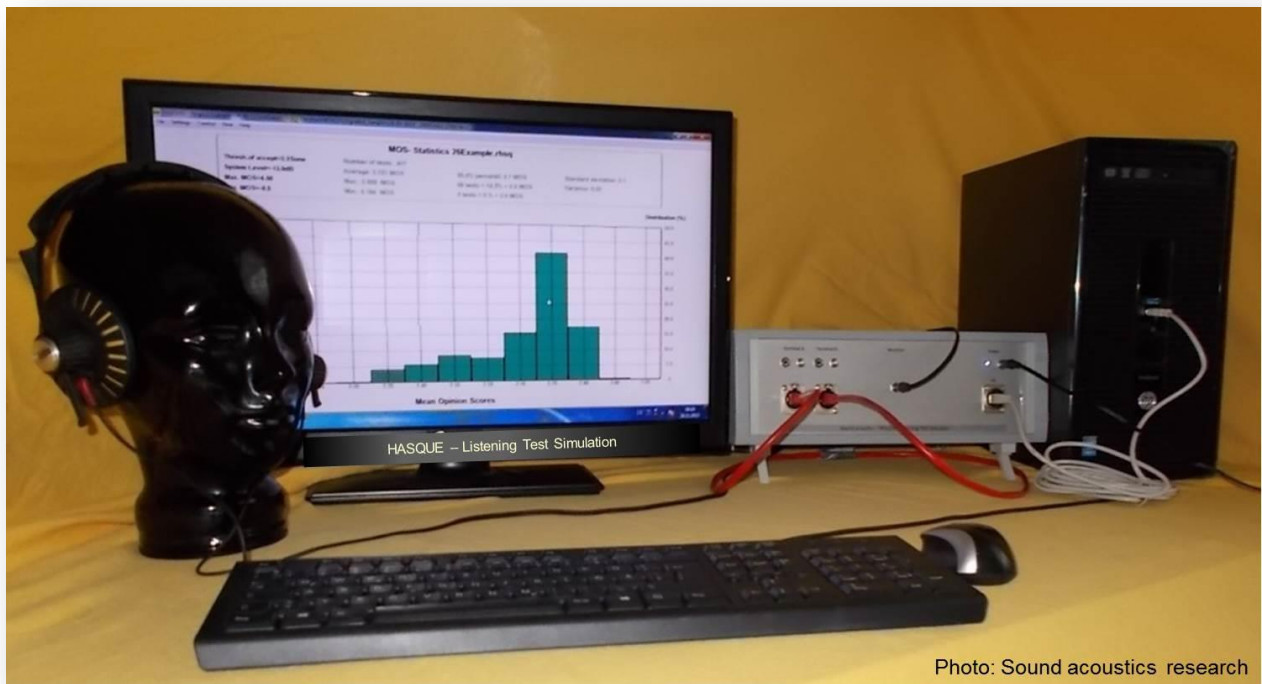


Anforderungen an Referenzsignale für eine korrekte Hörtestsimulation



Abstrakt

Dieser Bericht behandelt die Anforderungen an die Qualität von Referenzsignalen zur Bewertung von Audiosystemen mit Hörtestsimulatoren.

Eine kurze funktionale Beschreibung über die Hörtestsimulation macht die Zusammenhänge zwischen einem gesunden Gehör und den Qualitätsmerkmalen von Referenzsignalen verständlich.

Wie stark der Einfluss auf die Qualitätsmaße bei der Bestimmung der Qualität eines Testobjekts ist, wird anhand von Messungen aufgezeigt.

Die daraus folgenden Qualitätsanforderungen sind im letzten Kapitel zusammengefasst.

Inhalt

Abstrakt	1
Hörtestsimulation.....	3
Einfluss der Referenzsignale auf die Qualitätsbeurteilung	3
Anforderungen an Referenzsignale.....	5
Literatur	5

Hörtestsimulation

Die Hörtestsimulation dient zur objektiven Qualitätsbeurteilung von Audio - und Telekommunikationssystemen und ersetzt zeitraubende Hörtests mit stark schwankenden Ergebnissen durch objektive Messverfahren mit reproduzierbaren Ergebnissen.

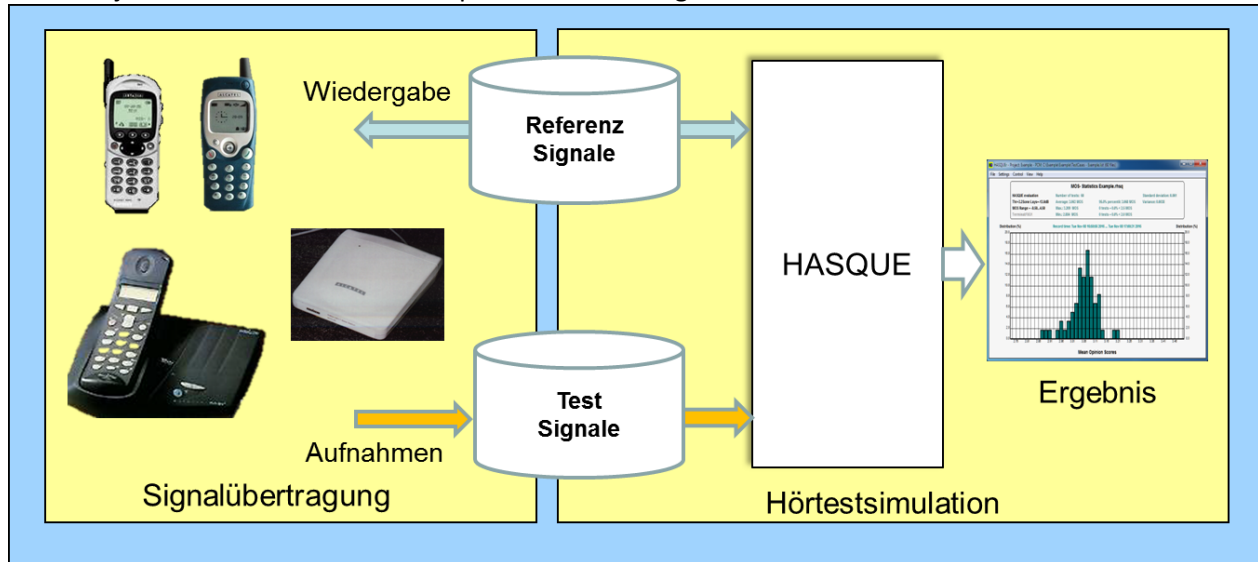


Bild 1: Qualitätsbeurteilung durch Hörtestsimulation

Bei der Qualitätsbeurteilung werden Referenzsignale über ein zu untersuchendes Testobjekt übertragen, am Testobjektausgang aufgezeichnet und mit Hilfe eines Messverfahrens mit gehöradäquater Auswertung (HASQUE) miteinander verglichen. Die Auswertung basiert hierbei auf der Nachbildung der menschlichen Höreigenschaften und bildet sowohl für das Referenzsignal, als auch für das Testsignal Anregungsmuster nach, welche mit der Wahrnehmung des menschlichen Gehörs verglichen werden können. Diese Anregungsmuster sind geeignet, „hörbare“ Unterschiede zwischen Referenz- und Testaufnahmen zu bilden, um damit ein Qualitätsmaß für das zu untersuchende Testobjekt bestimmen zu können.

Hörtests werden in der Regel nicht mit Ohrstöpsel durchgeführt, um eine Hörprobe ohne Behinderung beurteilen zu können. Gleiches gilt für die Hörtestsimulation. Referenzsignale verkörpern bei der Hörtestsimulation die Höreigenschaften eines gesunden Ohres. Bandbegrenzte, verzerrte oder verrauschte Referenzsignale sind daher gleichbedeutend mit einem Gehörschaden, und sind nicht für die Qualitätsmessung an Audiosystemen geeignet.

Einfluss der Referenzsignale auf die Qualitätsbeurteilung

Die Qualität der Referenzsignale bestimmt die Zuverlässigkeit einer Qualitätsbeurteilung. Künstliche Begrenzungen, wie beispielsweise eine Bandbegrenzung durch Schmalbandfilter, oder Verzerrungen führen immer zu hörbaren Unterschieden und zur Verdeckung von Qualitätseinflüssen der zu untersuchenden Testobjekte.

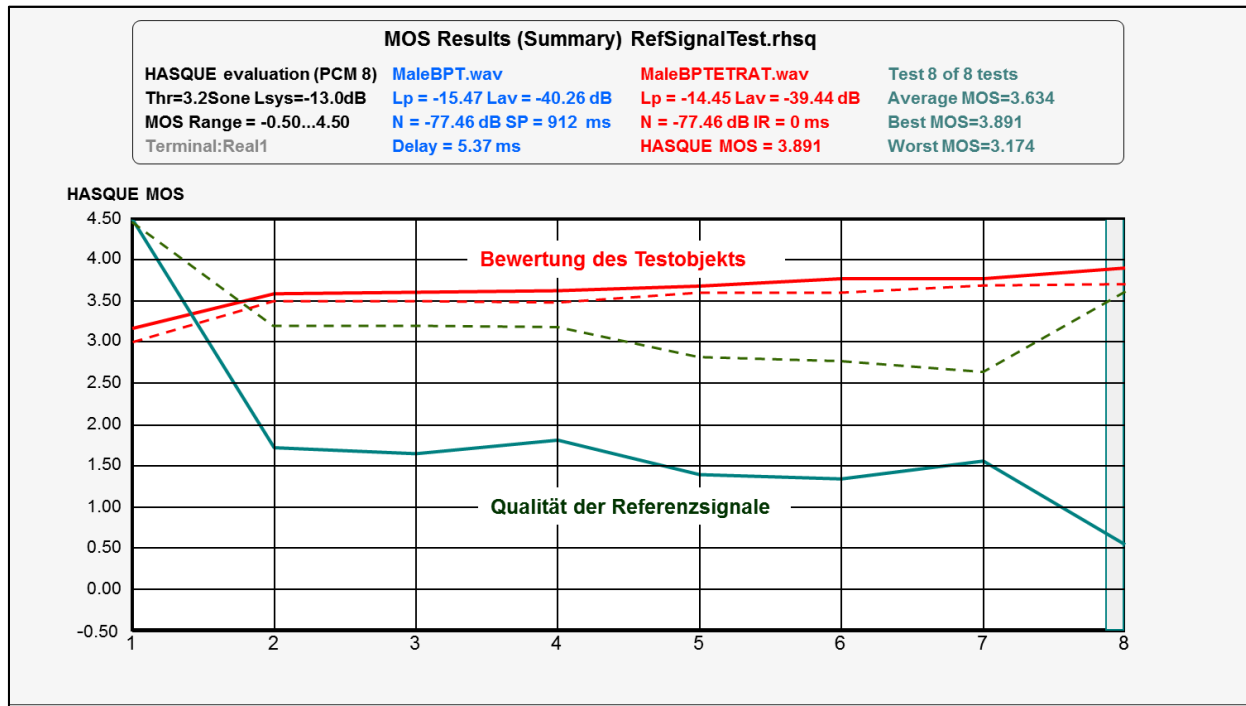


Bild 2: Qualitätsbewertung mit verschiedenen Referenzsignalen

Bild 2 zeigt ein Beispiel für die Bewertung eines Testobjekts mit verschiedenen Referenzsignalen, deren Sprachinhalt zwar exakt gleich ist, jedoch mit unterschiedlicher Bandbreite und Klirrfaktor aufgezeichnet wurde. Durchgezogene Linien zeigen Ergebnisse mit HASQUE und gestrichelte Linien mit PESQ. Die grünen Kurven geben die Qualitätsmaße der Referenzsignale wieder. Deutlich ist hierbei zu erkennen, dass es sich um zwei völlig verschiedene Messverfahren handelt, mit denen die Qualität der Referenzsignale völlig unterschiedlich angegeben wird.

Die roten Kurven zeigen die gemessene Qualität bei gleichem Testobjekt. Die Qualität schwankt in diesem Beispiel um ca. 20% unabhängig vom verwendeten Messverfahren.

Messung 1 wurde mit einem reinen Referenzsignal durchgeführt und zeigt die tatsächlich erreichbare Qualität des untersuchten Testobjekts. In Messung 2 ist das Referenzsignal verzerrt. Verzerrungen erzeugen Oberwellen, durch welche die Verzerrungen des Testobjekts verdeckt werden können und dadurch das Qualitätsmaß immerhin um fast 0,5 auf der MOS Skala höher erscheint, als in Messung 1. Die höchste Qualität ergibt sich bei stark bandbegrenztem Referenzsignal (Messung 8), da das Testobjekt in diesem Fall nur in einem schmalen Hörbereich getestet werden kann.

Im Prinzip wird mit den Messungen in Bild 2 folgendes nachgewiesen: Je schlechter die Qualität des Referenzsignals, umso scheinbar besser das Ergebnis der Hörtestsimulation.

Dieses Verhalten wirkt sich durchweg auf alle Messverfahren aus und führt grundsätzlich zu Bewertungsfehlern. Daher kommt der Qualität des Referenzsignals eine besondere Bedeutung zu.

Messungen zur Bestimmung der Sprachqualität dürfen nicht mit begrenzten Referenzsignalen durchgeführt werden, da das Ergebnis stark von der tatsächlichen Endgerätequalität abweichen und

dadurch die Qualitätsbeurteilung manipuliert werden kann. Bei Qualitätsmessungen zur Fehlersuche und Optimierung von Systemen können verzerrte Referenzsignale zu falschen Rückschlüssen führen und sind daher für diesen Zweck unbrauchbar.

Anforderungen an Referenzsignale

Mit Hilfe der Hörtestsimulation soll die tatsächliche Qualität eines Testobjekts reproduzierbar und vergleichbar erfasst werden, ohne Schwachstellen des Testobjekts zu verdecken. Dies ist nur mit verzerrungsfreien Referenzaufnahmen, mit denen der gesamte zur Verfügung stehende Hörbereich bis auf systembedingten Einschränkungen (Abtastrate→Übertragungsbandbreite) bewertet werden kann, möglich.

In Anlehnung an ITU-T P.862 gelten daher auch folgende Richtwerte für Referenzsignale:

Sprachpegel : L(peak) typ. - 6 dBov, L(average) typ. -30 dBov
Beginn der ersten Sprachäußerung >500 ms (>Latenz) nach Beginn der Aufnahme
Ende der letzten Sprachäußerung >500 ms (>Latenz) vor dem Ende der Aufnahme
Sprachaktivität : > 40 - < 80 % der Aufnahme
Aufnahmelänge: 5 -10 Sekunden
SNR : > 50 dB (Verzerrung << 1%)
Noise floor : > 90dBov bei 32 Bit > 75dBov bei 16 Bit (Abtastwerte ohne Nullfolgen)

Literatur

- Wikipedia: [Hörtestsimulation](#)
- E. Zwicker: „Psychoakustik“ Springerverlag 1982, ISBN 3-540-11401-7.
- E. Zwicker, H. Fastl : „Psycho acoustics“, Springerverlag 1999, ISBN 3-540-65063-6 .
- ITU-T P.862 Recommendation: “Perceptual evaluation of speech quality (PESQ), an objective method for end-to-end speech quality assessment of narrow band telephone networks and speech codecs”, 02/2001