

Weiterbildungsseminar der Hörgeräteakustiker

21.11.2011

Messtechnik : Neue Normen



Inhalt des Vortrages

- Normenlandschaft im Wandel
- Umstieg von IEC 60118-7:1994 auf IEC 60118-7:2005
- Messverfahren mit Sprachsignalen, Perzentilanalyse, IEC 60118-15
- Ausblick auf die neue IEC 60118-0, Zusammenfassung verschiedener Normen der 118er Reihe
- Diskussion/Fragen zur Messtechnik, Normen und weiteren Themen nach Bedarf

Normenlandschaft im Wandel

Die wichtigsten Normen für die Hörgerätetechnik (Auszug):



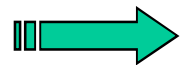
IEC 60118-x

Europa / international



DIN 45600...45608

Deutschland / Europa



ANSI S3.22-2009

Nordamerika



IEC 60318-x

Europa / international

Die Normenreihe IEC 60118 (Hörgeräte):

- 118-0 - Messung der elektroakustischen Eigenschaften
- 118-1 - Hörgeräte mit Induktionsspuleneingang
- 118-2 - Hörgeräte mit automatischer Verstärkungsregelung
- 118-3 - Hörhilfesysteme, die nur zum Teil vom Benutzer getragen werden
- 118-4 - Magnetische Feldstärke in Sprechfrequenz-Induktionsschleifen für Hörgeräte
- 118-5 - Nippel für Einsteckhörer
- 118-6 - Eigenschaften elektrischer Eingänge von Hörgeräten
- 118-7 - Messung der Übertragungseigenschaften von Hörgeräten zum Zwecke der Qualitätssicherung in der Herstellung, Versorgung und Lieferung
- 118-8 - Verfahren zur Messung der Übertragungseigenschaften von Hörgeräten unter simulierten In-Situ-Bedingungen
- 118-9 - Verfahren zur Messung der Übertragungseigenschaften von Knochenleitungshörgeräten
- 118-10 - Leitfaden für Hörgerätenormen
- 118-11 - Symbole und Kennzeichnungen auf Hörgeräten und ähnlichen Einrichtungen
- 118-12 - Maße elektrischer Steckverbindersysteme
- 118-13 - Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- 118-14 - Spezifikation einer digitalen Schnittstelle
- 118-15 - *Methoden zur Charakterisierung der Signalverarbeitung in Hörgeräten mittels sprachähnlicher Signale (ist in Entstehung)*

Normenlandschaft im Wandel

Bis August 2006 (Übergangsweise noch bis zum 1. Dezember 2008) galt folgender Zusammenhang zwischen der 118-0, -7 und ANSI S3.22:

Messverfahren	Messkuppler	Ohrsimulator	2 ccm Kuppler
Messwerte bei einer Bezugsprüffrequenz (1600 oder 2500 Hz)		IEC 60118-0:1993 +A1:1994	IEC 60118-7 (genauer : IEC 60118-7:1993 + A1:1994)
Messwerte für 3 Frequenzen werden gemittelt (HFA)			ANSI S3.22-1996

Normenlandschaft im Wandel

Seit nunmehr fast 3 Jahren gilt jedoch folgender Zusammenhang zwischen der 118-0, 118-7 und ANSI S3.22:

Messverfahren	Messkuppler	Ohrsimulator	2 ccm Kuppler
Messwerte bei einer Bezugsprüffrequenz (1600 oder 2500 Hz)		IEC 60118-0:1993 +A1:1994	
Messwerte für 3 Frequenzen werden gemittelt (HFA)			IEC 60118-7:2005 ANSI S3.22-2009

Was sind die Änderungen in der „neuen“ Messnorm:

- Neudefinition der Bezugs-Prüfverstärkung mit dem Ziel der Annäherung von IEC 60118-7 und ANSI S3.22
- neue, detaillierte Definition für Messgrößen, Parameter und Geräte
- der Verstärkungssteller darf nun auch ein elektronischer sein (SW)
- vollständig überarbeitete Messanweisungen
- Angabe von maximal zulässigen Messunsicherheiten
- Einbeziehung von Messvorschriften für Hörgeräte mit automatischer Verstärkungsregelung (AGC)
- Bestimmung des Übertragungsfrequenzbereiches

Wo liegen die Unterschiede zwischen IEC 60118-7 und ANSI S3.22:

sie liegen im Wesentlichen in der Messung der Telefonspule!

- IEC orientiert sich an Ringschleifenanlagen
- ANSI orientiert sich an der Telefonanwendung (TMFS)
- Magnetische Feldstärke bei der IEC : $H=I/d$ [mA/m]
- Einzuleitender Strom bei der ANSI : $I=N/6$ [mA]

Umstieg von IEC 60118-7:1994 auf IEC 60118-7:2005

	IEC 60118-7:1993 + A1:1994	IEC 60118-7:2005
Bezugsprüffrequenz : (f_{Bezug})	1600 Hz (oder 2500 Hz)	HFA (=High Frequency Average, =Mittelwerte von 1000, 1600 und 2500 Hz)
Bezugsprüfverstärkung : (RTG)	RTG = Minimum aus (FOG-7dB) und OSPL90-75dB (bei f_{Bezug})	RTG = Minimum aus „HFA-FOG“ und („HFA-OSPL90“-77dB) (Einstellung ist RTS (=Reference Test Setting))
Klirrfaktor (THD) :	Einstellung für RTG, Eingangspegel=70 dB SPL, Messung der THD bei 500, 800 und 1600 Hz	RTS, Eingangspegel=70 dB SPL für 500 & 800 Hz und 65 dB SPL für 1600 Hz, Messung der THD bei 500, 800 und 1600 Hz
Betriebsstromstärke :	RTG, LE60, f_{Bezug}	RTS, LE65, 1kHz
Übertragungsfrequenzbereich :	Nicht enthalten - ersatzweise nach DIN 45605 : RTG, Schnittpunkt der normalen akustischen Wiedergabekurve mit einer horizontalen Gerade 15 dB unterhalb von RTG (bei f_{Bezug})	RTS, Schnittpunkt der normalen akustischen Wiedergabekurve mit einer horizontalen Gerade 20 dB unterhalb des „HFA-RTG“
Äquivalente Prüfschleifen- Übertragungsfunktion (ETLS)	Nicht enthalten	„HFA-SPLI“ bei RTS und $H=31,6$ mA/m, ETLS= „HFA-SPLI“- („RTG“ +60dB)
Induktiv-akustisches Übertragungsmaß :	FOG, $H=10$ mA/m, f_{Bezug} angegeben wird der Wert für 1mA/m (Pegel)	„HFA-MASL“ -> FOG , $H=10$ mA/m angegeben wird der Wert für 1 mA/m
Messungen der AGC(-O) :	Nicht enthalten	RTS, LE=50...90 dB SPL, AGC = maximale Wirkung
AGC-O Zeitkonstanten	Nicht enthalten	RTS, $f=2$ kHz, LE= 55<->90 dB SPL, attack = Endzustand +3 dB, release = Endzustand - 4dB

Umstieg von IEC 60118-7:1994 auf IEC 60118-7:2005

Die wichtigsten Begriffe und Definitionen in der IEC 60118-7:2005

SPL = sound pressure level (Schalldruckpegel bezogen auf 20 µPa)

HFA = high frequency average

(Mittelwert der Verstärkung oder des SPL bei 1000, 1600 und 2500 Hz)

akustische Verstärkung = Kuppler SPL – Eingangspegel (L_E)

OSPL90 = output sound pressure level @ 90 dB input

(Kurve des Ausgangsschalldruckpegels des Hörgerätes im Kuppler über der Frequenz, bei $L_E = 90$ dB SPL und Verstärkungssteller = Maximum)

HFA-OSPL90 = high frequency average OSPL90

(Mittelwert der OSPL90-Werte bei 1000, 1600 und 2500 Hz)

HFA-FOG = high frequency average-full-on-gain

(Mittelwert der maximalen Verstärkungs-Werte bei 1000, 1600 und 2500 Hz)

Umstieg von IEC 60118-7:1994 auf IEC 60118-7:2005

Die wichtigsten Begriffe und Definitionen in der IEC 60118-7:2005

RTS = reference test setting

(Bezugs-Prüfeinstellung des Verstärkungsstellers; mit einer Genauigkeit von ± 1.5 dB muß der Verstärkungssteller so eingestellt werden, das die erreichte HFA-Verstärkung dem Minimum aus [HFA-OSPL90 - 77dB] und [HFA-FOG] entspricht)

RTG = reference test gain

(Bezugs-Prüfverstärkung; HFA-Wert der Verstärkung bei einem L_E von 60 dB SPL und Verstärkungssteller in RTS)

HFA-SPLI = HFA-Wert des sound pressure level inductive

(HFA-SPL im Magnetfeld; Eingang auf Telespule, RTS, $L_E = 31.6$ mA/m = -30 dB re 1 A/m; in der ANSI S3.22 wird noch ein „V“ –für „vertical“ angehängt -> SPLIV)

ETLS = equivalent test loop sensitivity

(äquivalente Prüfschleifen-Übertragungsfunktion; $ETLS = HFA-SPLI - [RTG + 60 \text{ dB}]$; in der ANSI S3.22 heißt dieser Wert „RTLS“ = Relative Test Loop Sensitivity)

HFA-MASL = maximum HFA magneto-acoustical sensitivity level

(Telefonspule, FOG, $L_E = 10$ mA/m = -40 dB re 1 A/m, HFA-Wert des SPL - 20 dB, um den Bezug zu einem Eingangssignal von 1 mA/m = -60 dB re 1 A/m herzustellen)

Umstieg von IEC 60118-7:1994 auf IEC 60118-7:2005

Spezielle Definitionen die nur in der ANSI S3.22-2009 zu finden sind:

HFA-SPLITS = HFA-SPL for an inductive telephone simulator

(Kuppler SPL bei Verwendung der Telefonspule; RTS, ein Telefon-Magnetfeld-Simulator (=TMFS) muss verwendet werden, Eingangssignal : Strom $I = 6/N$ mA wobei N die Anzahl der Spulenwindungen ist)

RSETS = relative simulated equivalent telephone sensitivity

(relative simulierte äquivalente Telefonempfindlichkeit;
RSETS = [HFA-SPLITS] – [RTG + 60 dB])

Sowohl HFA-SPLITS als auch RSETS werden bei HdO's für beide Kopfseiten separat angegeben.

Messverfahren mit Sprachsignalen, Perzentilanalyse, IEC 60118-15

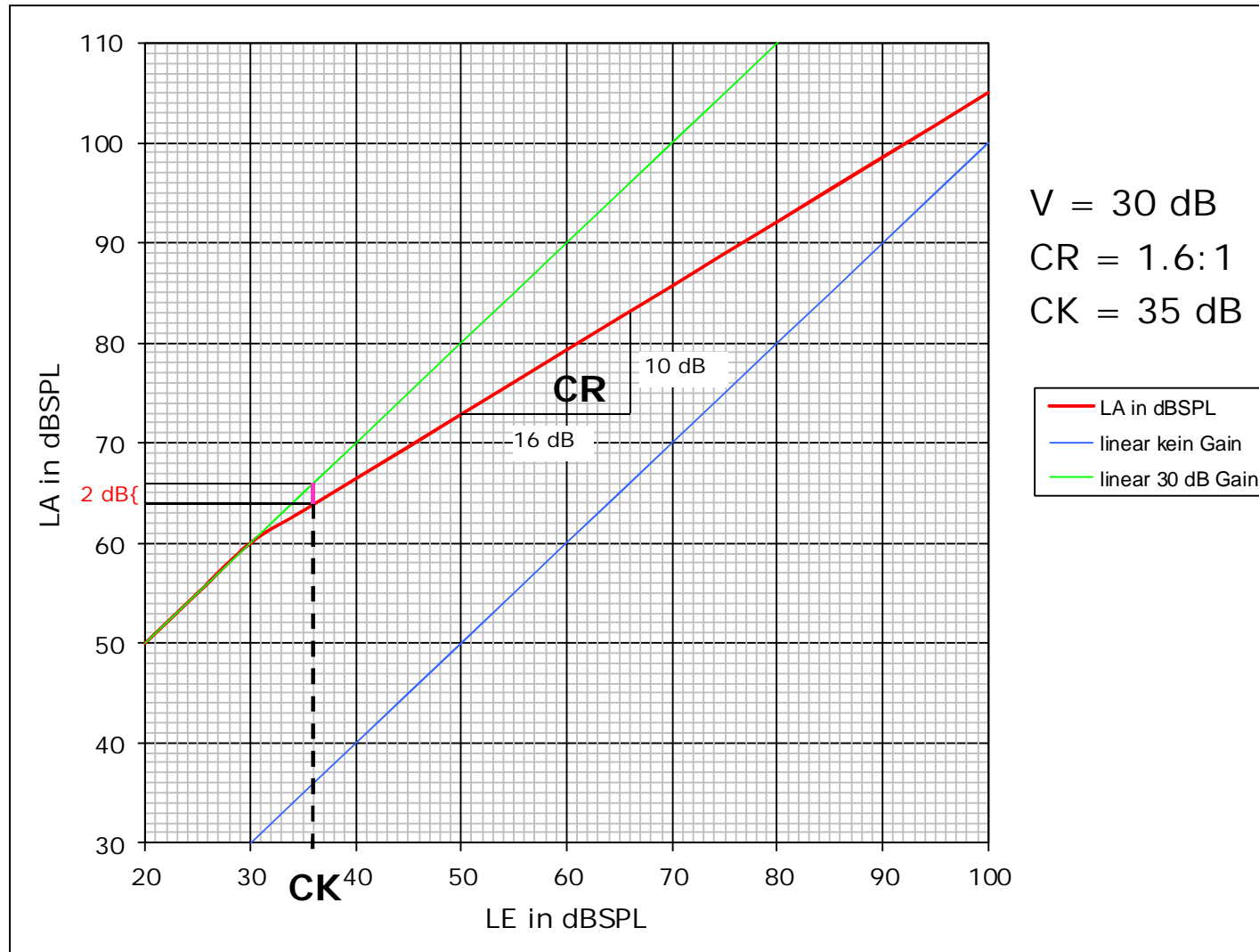
Mit den bisherigen Messverfahren ist es nicht möglich sinnvolle Aussagen über die Funktionsweise, aber vor Allem auch über den tatsächlichen Kundennutzen aktueller Hörsysteme, und hier besonders der digitalen Signalverarbeitung, zu machen.

Neue Messverfahren sind notwendig um mit den Entwicklungen in der Hörgerätetechnik Schritt halten zu können.

Schon die Messung der Kompression (AGC) ist sowohl bezüglich des Messsignals als auch der Analyse eine relativ schwierige Sache. Die statischen Parameter wie Kniepunkte und Kompressionsrate sind mit dem L_E/L_A -Diagramm noch gut darstellbar, wohingegen die dynamische Regelung nur durch Zeitkonstanten ausgedrückt wird und häufig nicht einmal das, sondern es werden sogenannte Profile bemüht (z.B. ruhig, calm, dynamic...), die das dynamische Verhalten bestimmen.

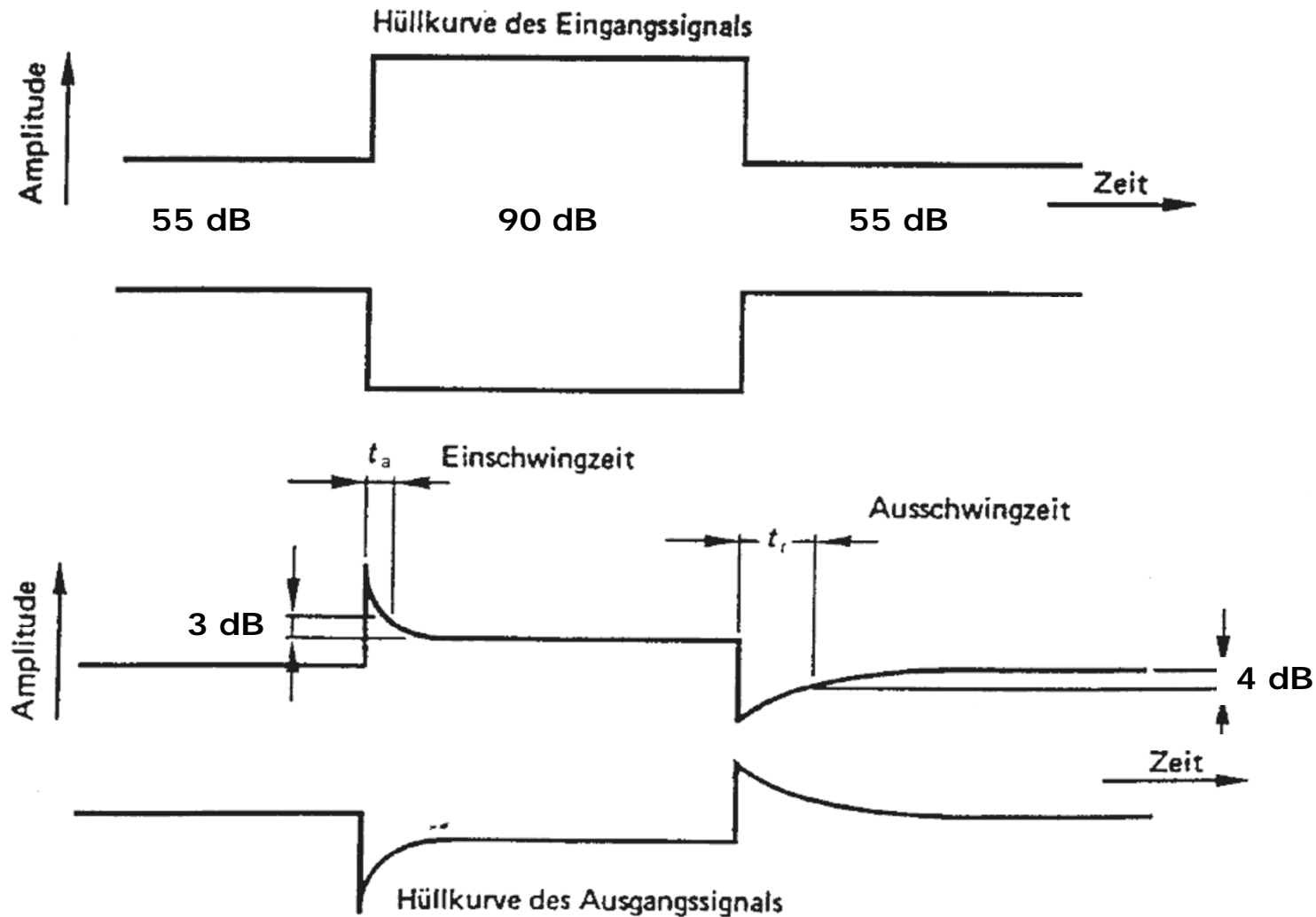
Messverfahren mit Sprachsignalen, Perzentilanalyse, IEC 60118-15

Zur Erinnerung: L_E/L_A -Diagramm einer linearen Kompression.



Messverfahren mit Sprachsignalen, Perzentilanalyse, IEC 60118-15

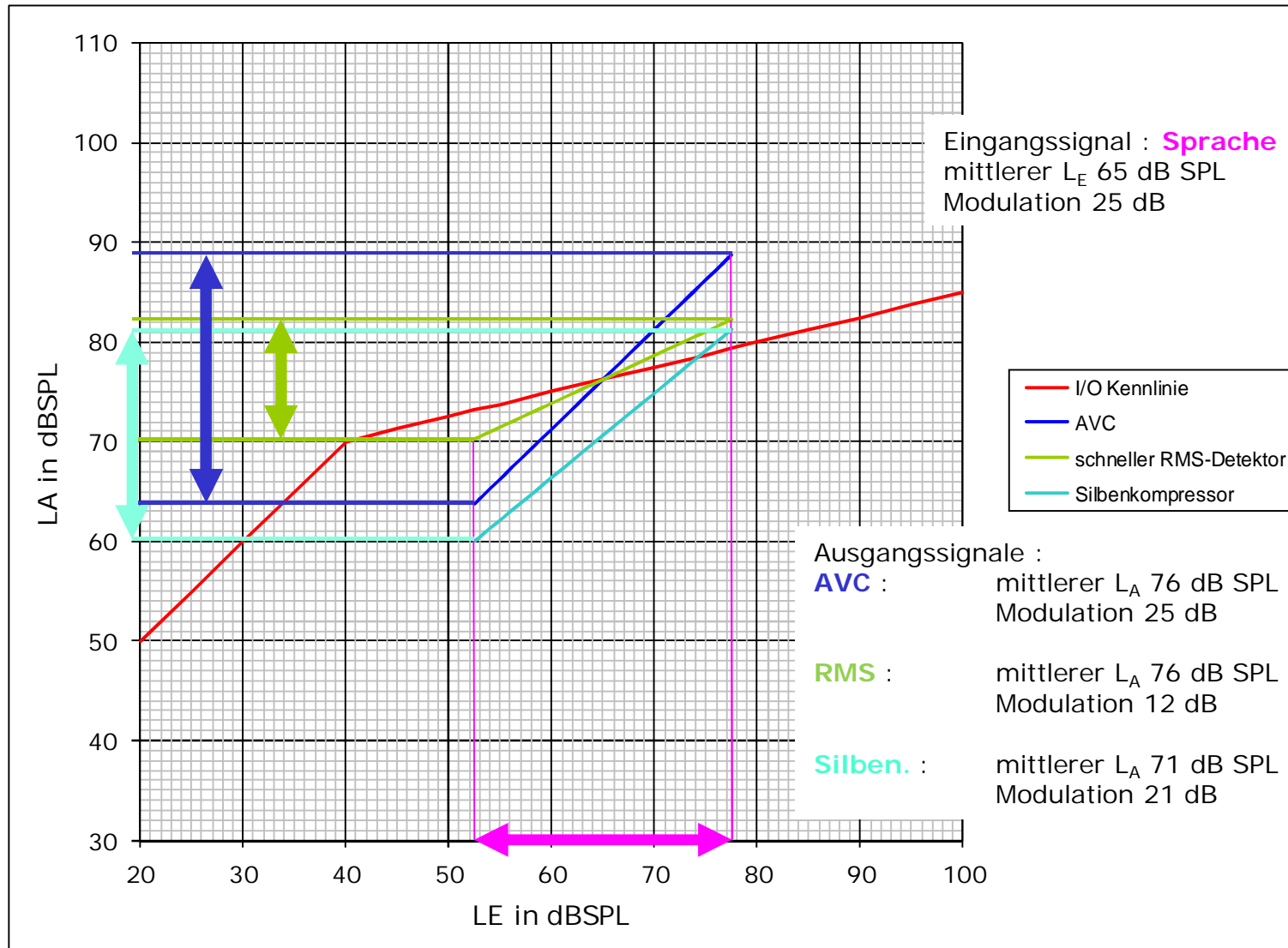
Und hier nochmal die Messung von AGC-Zeitkonstanten t_a & t_r .



Quelle : IEC 60118-2 modifiziert

Messverfahren mit Sprachsignalen, Perzentilanalyse, IEC 60118-15

Dynamisches Verhalten bei verschiedenen Zeitkonstanten (qualitativ).



Messverfahren mit Sprachsignalen, Perzentilanalyse, IEC 60118-15

Wie man aus dem vorigen Beispiel vielleicht erahnen kann, wird es relativ schwer mit einfachen Mitteln, wie dem L_E/L_A -Diagramm und Zeitkonstanten, die komplexen Regelvorgänge einer AGC zu veranschaulichen und es ist unmöglich sie mit einem Einzelton zu messen.

Daher wurde und wird nach besseren Möglichkeiten gesucht, die Auswirkungen der Kompression auf Sprachsignale und damit letztendlich auch die Sprachverständlichkeit zu messen.

Seit einigen Jahren hat sich die sogenannte Perzentilanalyse als solch ein Messverfahren durchgesetzt.

Darüber wurde in den Fachmedien schon hinreichend oft berichtet und es gibt zahlreiche Publikationen und Veröffentlichungen (siehe Weblinks am Ende des Vortrages). Daher werde ich hier wirklich nur noch einmal kurz auf die Grundlagen eingehen...

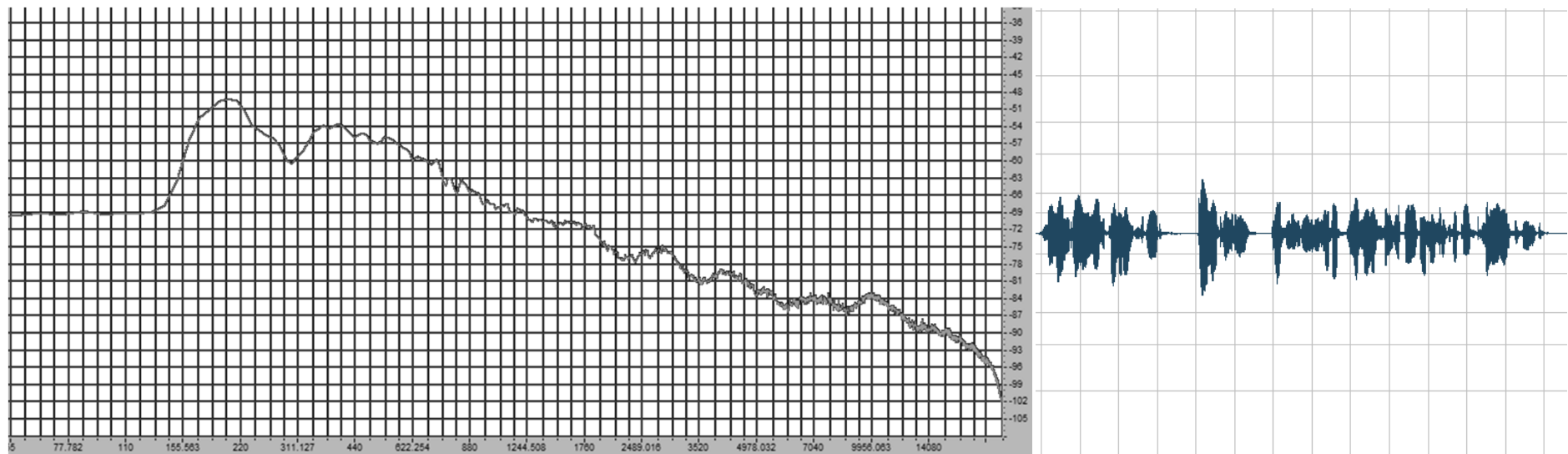
Messverfahren mit Sprachsignalen, Perzentilanalyse, IEC 60118-15

Grundgedanke der Perzentilanalyse: Sprache als Messsignal

Definition eines sprachähnlichen Signals, welches aber keine verständliche Sprache ist, sondern aus der Überlagerung vieler Sprachen gebildet wurde.

Das ist das **ISTS** (=International Speech Test Signal)

Wie man hören konnte ist sowohl das Spektrum, als auch der Sprachrhythmus absolut vergleichbar mit realer Sprache.



Messverfahren mit Sprachsignalen, Perzentilanalyse, IEC 60118-15

Begriffe und Definitionen im Zusammenhang mit der 118-15:

ISMADHA = Projekt einer Arbeitsgruppe der EHIMA

(„International Standards for Measuring Advanced Digital Hearing Aids“ Projekt mit dem Ziel ein sprachähnliches Testsignal zu entwickeln, Standardaudiogramme zu definieren und geeignete Messmethoden zur Messung, Analyse und Darstellung zu entwickeln)

LTASS = long term average speech spectrum

(ist der SPL in einem Terzband, gemittelt über einen langen Zeitabschnitt der Sprache – hier 45 sec.)

Perzentil =

Durch Perzentile (lat. „Hundertstelwerte“), auch Prozenträge genannt, wird die Verteilung in 100 gleich große Teile zerlegt. Perzentile teilen die Verteilung also in 1-%-Segmente auf.

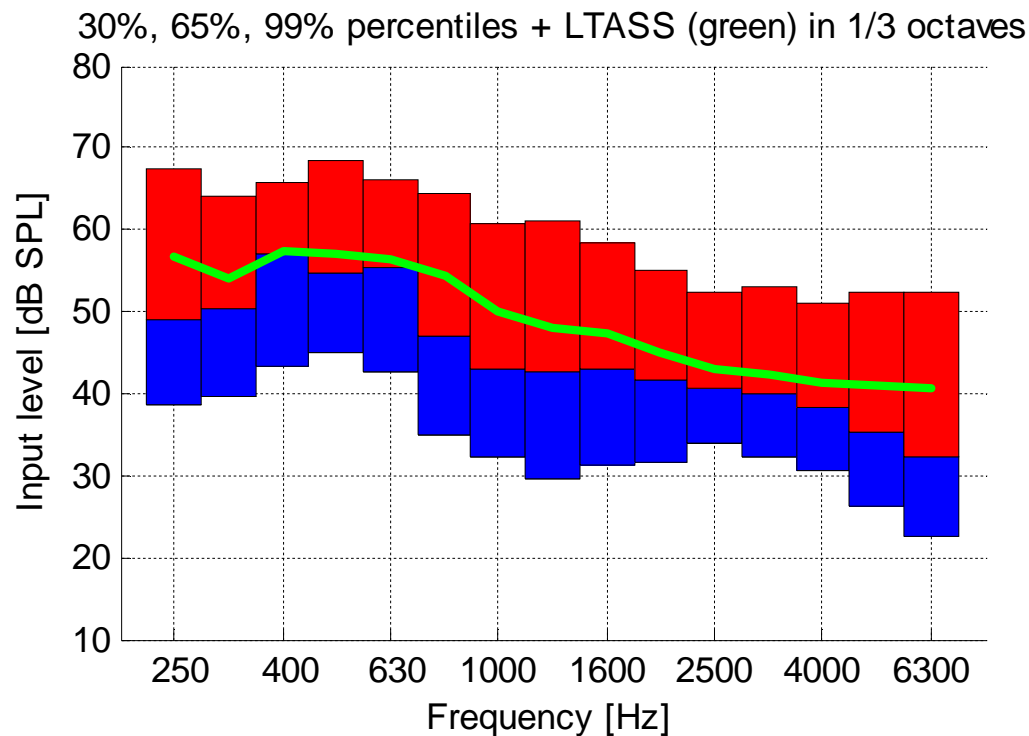
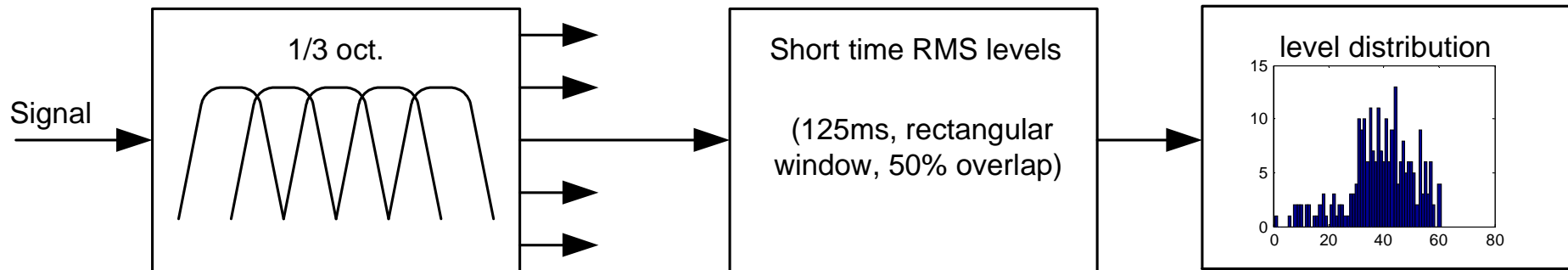
z.B. Perzentil P97: unterhalb dieses Punktes liegen 97 % aller Fälle der Verteilung. (Quelle: de.Wikipedia.org)

Ablauf der Perzentilanalyse:

1. 45sec. des ISTS werden eingangsseitig und nach Verarbeitung durch das Hörgerät aufgezeichnet.
2. Ein evtl. durch die Hörgerätesignalverarbeitung verursachtes delay gegenüber dem Eingangssignal wird korrigiert
3. Beide Signale werden in Terzbänder aufgeteilt
4. Die einzelnen Terzbänder werden (überlappend) in 125ms lange Zeitabschnitte zerlegt
5. Nun werden die RMS-Pegel in diesen Blöcken ermittelt und statistisch ausgewertet -> welcher RMS-Pegel kommt in wie vielen 125ms Blöcken vor?
6. Daraus werden die Perzentile in jedem Terzband berechnet, also z.B. welcher Pegel wird in 65% aller Zeitabschnitte unterschritten = 65stes Perzentil
7. Jetzt wird die Pegeldifferenz für die Blöcke die dem Pegel eines bestimmten Perzentils im Eingangssignal entsprechen und der zeitlich dazugehörenden Blöcke des Ausgangssignales als Perzentilverstärkung ermittelt.

Messverfahren mit Sprachsignalen, Perzentilanalyse, IEC 60118-15

Darstellung einer Perzentilanalyse eines Signals:



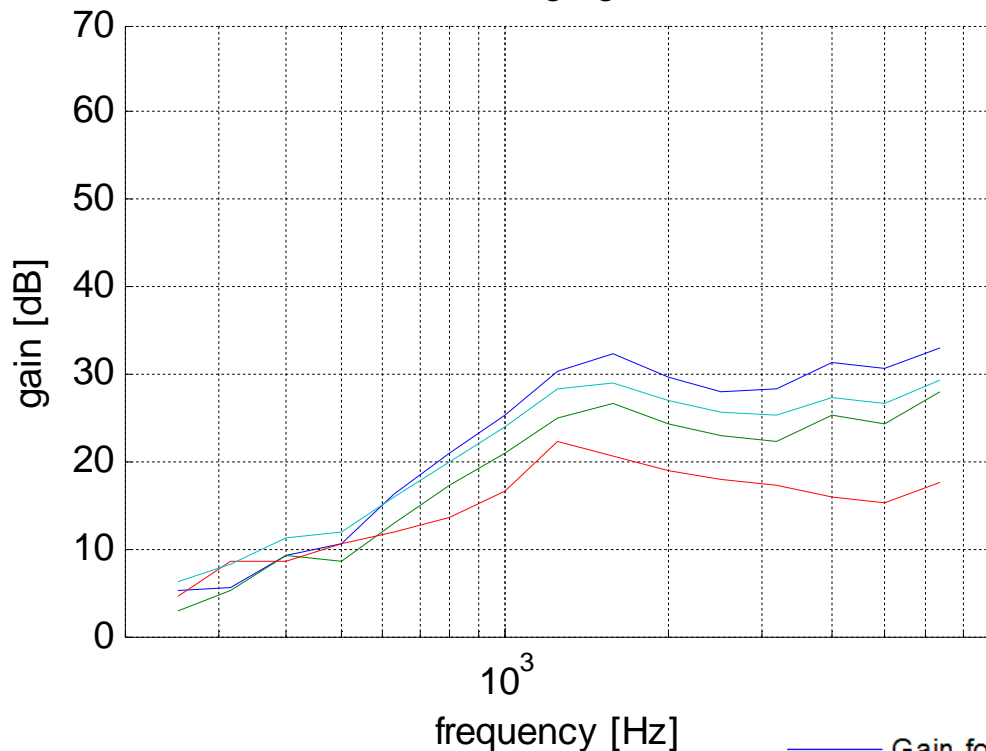
Quelle : Siemens
Frank Rosenberger
DGA Workshop 2006

Messverfahren mit Sprachsignalen, Perzentilanalyse, IEC 60118-15

Beispielergebnisse einer Perzentilverstärkung:

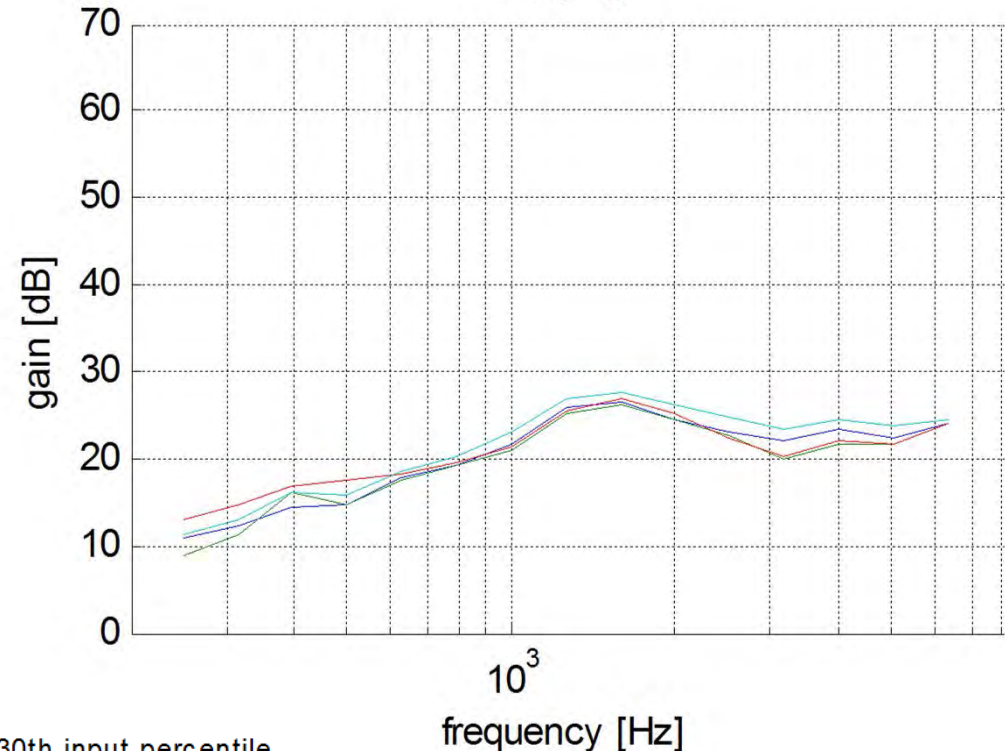
HG mit hoher Dynamikkompression
z.B. schnelle Regelung

Average gain



HG mit geringer Dynamikkompression
z.B. langsame Regelung

Average gain



- Gain for 30th input percentile
- Gain for 65th input percentile
- Gain for 99th input percentile
- LTASS gain

Quelle : Siemens
Frank Rosenberger
DGA Workshop 2006

Vorteile der Perzentilanalyse:

- Hörgeräte können in Kundeneinstellungen gemessen werden
- Die effektive Verstärkung für Sprachsignale ist messbar
- Die adaptiven Algorithmen können aktiviert bleiben und damit wird auch eine bessere Vergleichbarkeit mit insitu-Messungen erreicht, sofern die insitu-Messung auch mit dem ISTS gemacht wird
- Die Signaldynamik wird mit berücksichtigt
- Es wird die Hörbarkeit der verschiedenen Sprachanteile veranschaulicht

Grenzen der Perzentilanalyse:

- Langsame Regelungen zeigen das gleiche Verhalten wie ein lineares Gerät, daher muss die Perzentilverstärkung für mehrerer Eingangspegel bestimmt werden (z.B. 50, 65 und 80 dB)
- Was passiert bei extrem schnellen Regelungen (z.B. instantane Kompression)?
- ISTS bei anderen Pegeln als 65dB repräsentiert nicht mehr reale Sprache, da der Stimmaufwand nicht enthalten ist
- Algorithmen, bei denen das Ausgangssignal eine andere Frequenz als das Eingangssignal hat, führen zu nicht interpretierbaren Ergebnissen (Frequenzkompression, Frequenztransposition...)
- Bei den kleinen Perzentilen leiser Sprache kann es zu Messfehlern durch Rauschen kommen

die neue IEC 60118-0

Ein derzeitiger Entwurf der IEC 60118-0 sieht Folgendes vor :

- Es werden die früheren Normen 118-0, 118-1, 118-2 und 118-6 zusammengelegt – damit werden die elektroakustischen Messungen sowie die Messungen mit Telefonspule, mit dem Audioeingang sowie die Messungen an Geräten mit automatischer Verstärkungsregelung (AGC) erstmals in einer Norm behandelt
- Messung mit 2cm^3 oder mit Ohrsimulator?
- Sind die Messverfahren die gleichen wie in der IEC 60118-7:2005 und wird diese dann auch mit integriert?

Weblinks zum Thema

Neue Messnorm 118-7:2005

www.dhi-online.de/DhiNeu/08_Berichte/11_Norm_118-7/Norm_118_7_01.html

www.aha-luebeck.de/index.php/schriftenreihe-dl.html

(Neue messnorm DIN EN 60118-7 - Teil 1.pdf & - Teil 2.pdf)

Normen allgemein

www.dke.de

www.nssn.org

www.iec-normen.de

www.ansi.org

Perzentilanalyse

www.ehima.com/ismada/DGAworkshop_Rosenberger.ppt

www.ehima.com/ehima2/international_speech_test_signal_plus_terms_of_use_ists_v2.zip

[www.suhrborg-hoergeraete.de/lektuere/Perzentilanalyse-Info_7-08\[1\].pdf](http://www.suhrborg-hoergeraete.de/lektuere/Perzentilanalyse-Info_7-08[1].pdf)

www.uzh.ch/orl/dga2002/programm/Chalupper.pdf

www.hoerakustik-schweiz.ch/aus-und-weiterbildung/weiterbildung/archiv/2009/

(Ismadha: Charakterisierung von nichtlinearen Hörsystemen pdf)

www.hoerakustik-schweiz.ch/aus-und-weiterbildung/weiterbildung/archiv/2008/

(vortrag_matthias_parr.pdf)