

Objektive Messung aller hörbaren Defekte von Lautsprechern

Eine große Schwierigkeit bei der Prüfung von Lautsprechern ist endlich gelöst. Dank eines revolutionären neuen Analyseverfahrens ist erstmalig die 100% zuverlässige Erkennung von sogenanntem "Rub & Buzz" – d.h. der hörbaren Lautsprecherdefekten – möglich.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Meßgeräten beruht das neue Verfahren nicht auf einer Spektralanalyse, sondern untersucht die Änderungen des Testsignals im Zeitbereich. Diese Methode transformiert die Vorgänge im menschlichen Ohr auf ein objektives Testsystem und erreicht so eine perfekte Korrelation zu der Wahrnehmung eines geschulten Zuhörers.



Fehlerhafte Lautsprecher sind lästig für den Benutzer und kostspielig für den Verkäufer. Eine rasche und vollständige Prüfung ist daher von größtem Interesse für Hersteller und Anwender. Meßgeräte zur Ermittlung der Standardkenngrößen Frequenz- & Impedanzgang, Resonanzfrequenz(en), Schalldruck und Polarität sind schon seit langem etabliert und kommerziell erhältlich. Die zuverlässige Erkennung des entscheidenden Qualitätsmerkmals, der hörbaren Lautsprecherdefekte ("Rub & Buzz") war bis dato nicht möglich. Dieser Mangel resultierte daraus, daß die verfügbaren Meßgeräte nur das Spektrum des Testsignals auswerten (Frequenzanalyse). Dieses Verfahren ist aber aus prinzipiellen Gründen nicht geeignet, gerade die energetisch schwachen Signalverzerrungen zu messen, die vom menschlichen Ohr sehr gut hörbar sind.

Rub & Buzz

An dieser Stelle folgt eine kurze Erläuterung des englischen Fachwortes "Rub & Buzz". Hinter diesem Begriff verbergen sich diverse Ursachen, welche die Funktionstüchtigkeit elektroakustischer Wandler (z.B. Hochtöner, Lautsprecher, Woofer, Kopfhörer, Mikrophone etc.) beeinträchtigen:

- Unrunde oder schief eingebaute Spulen
- Fremdpartikel im Luftspalt zwischen Spule und Magnet
- Klebefehler oder Löcher in der Membran
- Membranberührende Litzen
- Andere Produktions- oder Komponententalerungsfehler

Die Messung dieser Fehler ist an bestimmte einfache Bedingungen gekoppelt. Ein Analyseverfahren, das diese Fehler zuverlässig erkennen soll, muß die folgenden Anforderungen erfüllen:

1. Anregung des Lautsprechers mit einer Spannung des maximal zulässigen Pegels.
2. Verwendung eines Testsignals, das alle Frequenzen der möglichen Defekte beinhaltet.
3. Kontinuierliche Veränderung der Testsignalfrequenz, da einige der o.g. Effekte nur bei der ersten Anregung mit ihrer spezifischen Resonanzfrequenz auftreten.

Das einzige Testsignal, das diese drei Punkte beinhaltet ist der gleitende Sweep, auch „Chirp“ genannt. Es handelt sich dabei um ein Sinussignal mit konstantem Pegel, dessen Frequenz kontinuierlich über ein definiertes Band verändert wird.



Bild 1, gleitender Sweep („Chirp“)

Das zweite Problem bei der Erkennung von Rub & Buzz von Lautsprechern liegt in der geeigneten Auswertung des übertragenen Testsignals. In der Vergangenheit haben sich hierfür zwei unterschiedliche Verfahren etabliert, die aber beide entscheidende Nachteile aufweisen:

- Überprüfung durch einen Menschen mittels Zuhören ("Goldenes Ohr"). Dieser Ansatz ist zwar grundsätzlich geeignet, hörbare Defekte zu erkennen, doch leidet er unter verschiedenen Einschränkungen. So ist das menschliche Ohr kein absolutes Meßgerät; es zeigt individuelle Unterschiede auf und unterliegt zeitlichen Änderungen, z.B. infolge Konzentrationsschwankungen, Erkältung, Tagesstimmung und anderen. Weiteres ist die akustische Messung von hohen Schallpegeln durch Menschen gesundheitlich wie arbeitsrechtlich sehr problematisch. Dies kann zu dauerhaften Hörschäden führen.
- Die meßtechnische Rub & Buzz Erkennung scheiterte bislang an der fehlenden Zuverlässigkeit der angewendeten Verfahren, die alle auf einer Analyse der harmonischen Verzerrungen (FFT) aufbauen. Das Haupthindernis liegt darin, daß viele Lautsprecherprobleme keine harmonischen Verzerrungen erzeugen bzw. nur kurze Pulse mit sehr geringem Energiegehalt. Diese Effekte werden aber von einer Spektralanalyse als Folge ihres mittelnden Charakters automatisch ausgeblendet und lassen sich nicht mehr detektieren.

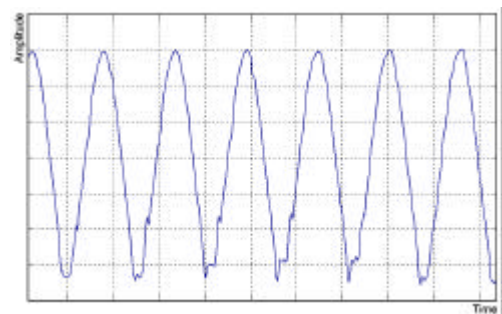


Bild 2, kleine, kurze Verzerrungen
des Lautsprechers

Das Leonhard Verfahren

Das neue Leonhard Verfahren ist die Lösung für dieses Problem. Diese Meßmethode analysiert – genau wie das menschliche Ohr – das empfangene Signal im Zeitbereich. Konkret wurde dieser Ansatz erstmalig von einer Dänischen Firma „Leonhard Research“ erfolgreich umgesetzt. Ihr patentiertes Verfahren läßt sich am besten mit der *"Messung von Änderungen der momentanen Energie mit Hilfe einer Transientenanalyse"* beschreiben. Damit können selbst kleinste, kaum hörbare Rub & Buzz Fehler erkannt und klassifiziert werden.

In der Praxis werden bei diesem Verfahren die Steilheit der Energieänderungen des Testsignals gemessen und mittels sechs verschiedenen Frequenzfilter bewertet. Die so gewonnenen Ergebnisse widerspiegeln das Ausmaß an Irritation des menschlichen Ohrs. Die akustische Qualität eines Lautsprechers wird in eine graphische Darstellung übertragen. Das entsprechende Diagramm zeigt sechs Kurven, die die gemessenen Steilheiten repräsentieren. Da jeder hörbare Fehler zwangsläufig Spitzen erzeugt, ermöglicht das gewonnene Meßresultat direkte Rückschlüsse auf die Art und Höhe des Rub & Buzz.

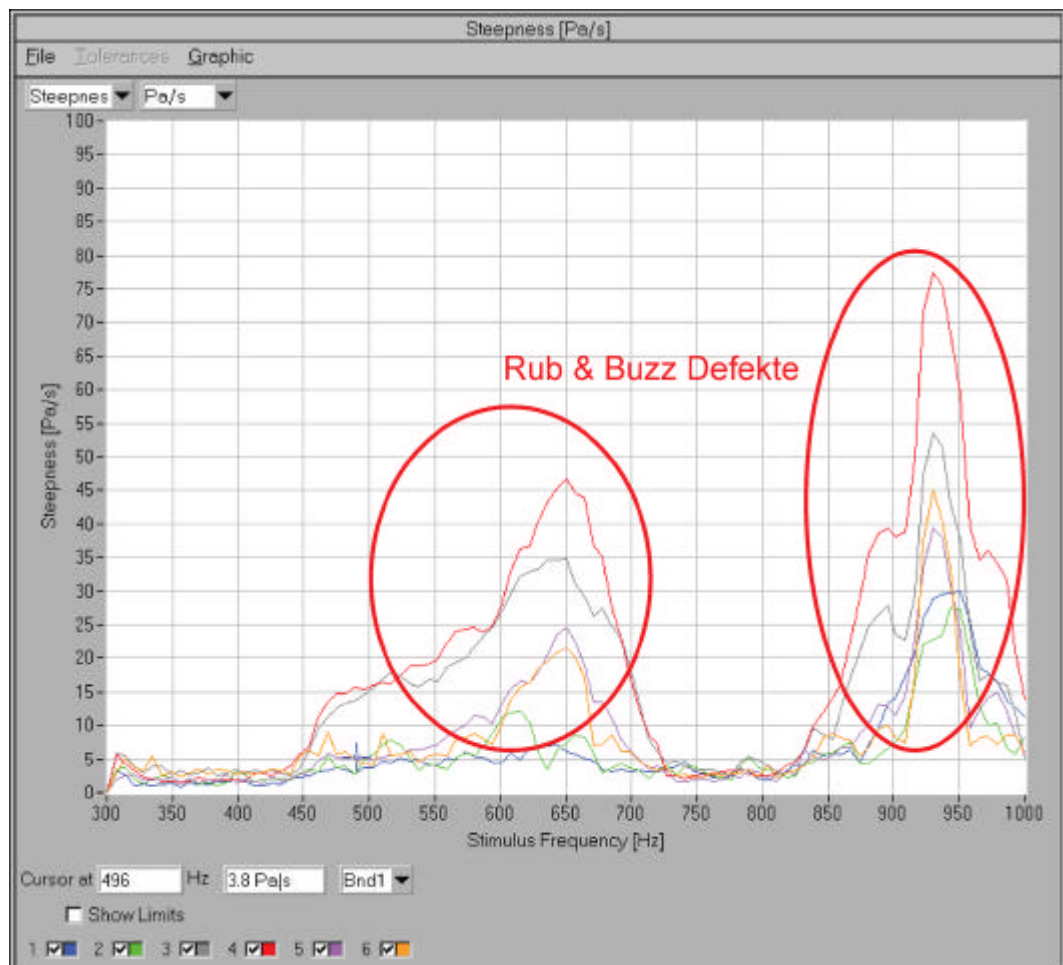


Bild 3, Rub&Buzz Messung mit dem Leonhard Verfahren

Der Leonhard Algorithmus wurde exklusiv auf der PureSound™ Option des Lautsprechertestsystems RT-2M der Firma NTI AG realisiert. Das System führt alle wichtigen Tests zur Qualifizierung von Lautsprechern aus. Mittels eines gestuften Sweeps werden die Standardparameter gemessen und ein gleitender Sweep dient zur Rub & Buzz Erkennung. Nur auf diese Weise lassen sich die divergierenden Forderungen an die zu messenden Lautsprecherkenngrößen in optimaler Weise erfüllen:

- Frequenzgangs- und Impedanzgangsmessung bei einer typischen Auflösung von 60 – 250 Punkten bei Nominalpegel.
- Rub & Buzz Test mit einem gleitenden Sweep beim maximal zulässigen Pegel.
- Sehr kurze Testdauer unter drei (3) Sekunden

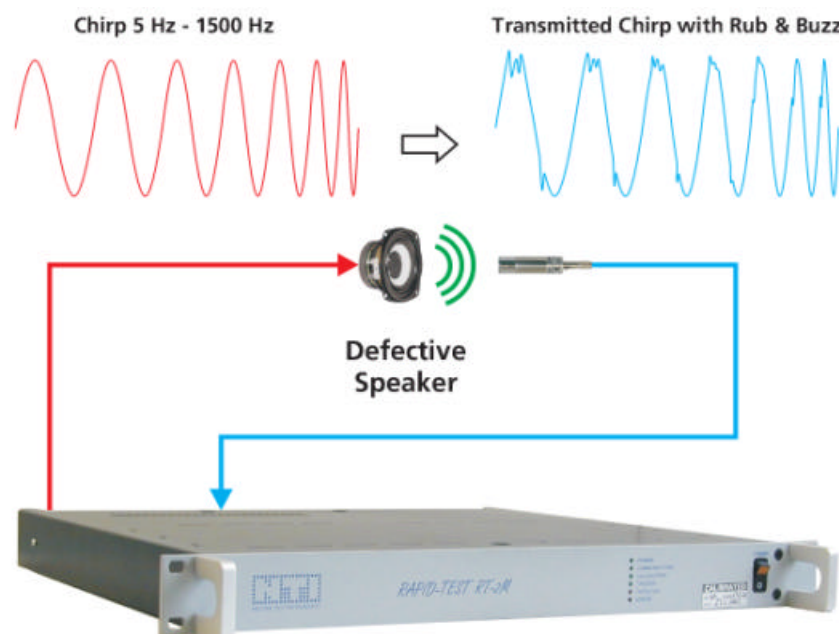


Bild 4, NTI Lautsprechertestsystem

Bei der Realisierung der Benutzersoftware wurde größter Wert auf einfache und übersichtliche Bedienung bzw. Einstellung der Testparameter gelegt. Die Erstinstallation inklusive der individuellen Anpassung an die zu testenden Lautsprecher läßt sich auch von Nichtexperten in weniger als einer Stunde durchführen. Die Meßdaten eines oder mehrerer Referenzlautsprecher werden aufgenommen und daraus die jeweiligen Meßtoleranzbänder berechnet. Danach können Lautsprecher desselben Typs mittels einfachem Tastendruck binnen weniger Sekunden geprüft werden. Alle Meßresultate werden gespeichert. Eine Verbindung zu einem externen Kontrollsystem sowie diverse Darstellungsoptionen inklusive statistischer Auswertung der Resultate werden standardmäßig unterstützt.

Umgebungsärm

Eine zentrale Anforderung an die Qualitätsprüfung von Lautsprechern ist die wirkungsvolle Unterdrückung von Umgebungsärm. Insbesondere beim Rub & Buzz Test ist sicherzustellen, daß die unvermeidlichen Fremdgeräusche nicht das Ergebnis verfälschen. Im Lautsprechermeßsystem RT-2M + PureSound™ wurde diese Problematik auf äußerst elegante Weise gelöst. Sobald ein Prüfling die Toleranzgrenze überschreitet, wird der Durchlauf wiederholt und die beiden Ergebnisse vom Testsystem verglichen. Damit kann als Fehlerursache ein erhöhter Rub&Buzz des Lautsprechers oder ein kurzzeitiger, erhöhter Umgebungsärm ermittelt werden.

Falls der Lautsprecher beim ersten Test die Toleranzgrenze bei einer oder mehreren Frequenzen überschreitet, wird diese Messung wiederholt. Bei der zweiten Messung können die folgenden zwei Möglichkeiten und Resultate auftreten:

- a) Die Toleranzen werden beim zweiten Durchlauf bei **denselben** Frequenzen wie beim ersten Mal überschritten. In diesem Fall handelt es sich um einen Rub&Buzz Fehler des Lautsprechers, d.h. er ist defekt.
- b) Die Toleranzen werden beim zweiten Durchlauf nicht oder bei **anderen** Frequenzen überschritten. In diesem Fall ist die Fehlerursache zufälliger Natur, d.h. durch externe Geräusche bedingt, die nicht vom Prüfling selbst stammen. Der Lautsprecher ist gut und entspricht den Meßtoleranzen.

Zusammenfassung

Das neue Testsystem von NTI AG erlaubt erstmalig die vollständige meßtechnische Qualifizierung von Lautsprechern. Die Anwendungsmöglichkeiten reichen von der individuellen Kontrolle einzelner Prüflinge bis zur vollautomatischen Qualitätssicherung in der Massenproduktion. Die Messung von Lautsprechersystemen mit mehreren verschiedenen eingebauten Lautsprechern wird unterstützt. Die übersichtliche Benutzeroberfläche ermöglicht die schnelle und einfache Inbetriebnahme ebenso wie die rasche Umschaltung zwischen verschiedenen Lautsprechertypen. Das Testsystem unterstützt als erstes und einziges Meßsystem die zuverlässigen Erkennung von Rub & Buzz Defekten mit einer 100% Korrelation zum menschlichen Hörempfinden. Dank der überragenden Leistungsfähigkeit und Meßgeschwindigkeit ist das Lautsprechertestsystem von NTI AG die ideale Lösung für alle Anwendungen mit hohen Qualitätsanforderungen. Mehr Informationen hierzu finden Sie auf der Webseite www.nti-instruments.com/speakeranalyzer.

Markus Becker, Mai 2003