

# Kommentar zu Messverfahren/Messprotokollen

Wir entwickeln und bauen seit über 30 Jahren hochwertige Lautsprecher und sind überzeugt davon, dass Nubert-Boxen sowohl klanglich als auch messtechnisch zu den „besten“ Lautsprechern in ihrer jeweiligen Preisklasse gehören.

Die Messverfahren für Lautsprecherboxen sind allerdings so unterschiedlich und teilweise so veraltet, dass daraus objektiv vergleichbare technische Daten nur sehr schwer abzuleiten sind. Zum Beispiel darf für eine Kleinbox nach der bisherigen DIN 45500 ein Übertragungsbereich von 22 bis 25.000 Hz angegeben werden, selbst wenn deren Frequenzgang bei 120 Hz abzufallen beginnt und **bei 80 Hz nur noch 50% der Leistung** abgestrahlt wird (–3-dB-Punkt).

Darüber hinaus werden Daten oft als ausgesprochen „dehnbar“ empfunden: Prospektwerten von beispielsweise  $\pm 2$  dB Linearität stehen bei Nachprüfung der **tatsächlich erreichten** Serienwerte fast immer deutlich schlechtere Ergebnisse entgegen. Besonders krass sind die Abweichungen der Daten von der Realität bei Billigboxen aus Supermärkten und bei Autolautsprechern.

Aber selbst wenn verschiedene Boxen nahezu identische (echt nachprüfbar) technische Daten haben, können sie völlig unterschiedlich klingen! Das ist ein Hinweis darauf, dass ein großer Teil der Kriterien, die für den Klang wichtig sind, messtechnisch (noch) nicht erfasst wird.

Es ist sehr schade (und für uns fast unvorstellbar), dass **fast niemand** auf die **Impulsverarbeitung** von Lautsprechern achtet! Es gibt keine *Ächtung* von Mehrkammer-Bandpass-Subwoofern durch die Tester der Fachzeitschriften! Genauso wenig wird darüber gesprochen, dass der Einsatz von Resonanzschwingkreisen im Bassbereich von HiFi-Boxen zwar den Frequenzgangabfall in der Nähe der unteren Grenzfrequenz etwas reduzieren kann, aber dabei auch die Impulsverarbeitung im Bassbereich beeinträchtigt. Aber ganz langsam regt sich was in diesem Bereich: ein kleiner Anfang ist mit dem sogenannten *Waterfall-Diagramm* gemacht, das allerdings fast *willkürlich gebügelt* werden kann. Immerhin kann damit im Mittel- und Hochtonbereich *bei Direktvergleich* zumindest die *Ausklangzeit* eines impulsartigen Klanges – in Abhängigkeit von der Frequenz – näherungsweise beschrieben werden (dabei bleiben allerdings die Phasenverhältnisse unberücksichtigt).

Über das Ausklingen im Bassbereich und das *Einschwingen* (im gesamten Frequenzbereich) gibt es keine praktikablen Messdiagramme. Für eine lückenlose Aussagekraft über dieses wichtige Thema wären hunderte von Schaubildern mit Impuls- und Burst-Messungen nötig. Einige stichprobenartige Burst-Messungen wären jedoch schon einmal ein guter Anfang!

## Ein kleiner Ausflug in die Messtechnik

Linearer Frequenzgang *allein* ist zwar noch keine Garantie für guten Klang (– es gibt z. B. metallisch klingende Discoboxen, deren Frequenzgang ganz ordentlich ist) – **wenn aber eine Box von der Konstruktion her gut klingt, darf sie keinen zerklüfteten Frequenzgang haben!**

Außerdem stellt solch eine Messung ein sehr gutes Mittel dar, um *einen Ausreißer* auffindig zu machen, oder das Einhalten von Toleranzgrenzen zu sichern. Die konventionelle Messung mit gleitendem Sinus ist für die Beurteilung von Serienstreuungen deutlich zeitaufwändiger als eine Überprüfung mit einem MLSSA-System, das als *Spectrum-Analyzer* mit einem speziell errechneten *Quasi-Rauschsignal* arbeitet. Gleitende Sinusmessungen haben jedoch den Vorteil, dass dabei neben dem Frequenzgang auch Aussagen über das Klirrverhalten der Box gemacht werden können.

In Wohnräumen weisen solche Messungen (aber auch MLSSA-Protokolle mit *längerem Zeitfenster*) grundsätzlich mehr oder weniger starke Einbrüche und Spitzen auf, die durch Reflexionen und Raumresonanzen hervorgerufen werden. Diese Resonanzen sind in normalen Räumen im Nahfeld (unter ca. 0,5 m Abstand) oder in so genannten *schalltoten Räumen* relativ schwach ausgeprägt.

Messungen im Abstand von ca. 20 cm eignen sich aber nicht für größere Boxen, weil dann die Abstände und Winkelverhältnisse zwischen den einzelnen Lautsprecherchassis und dem Mikrofon zu unterschiedlich wären. Bei Mikrofonpositionen zwischen Hoch- und Tieftöner könnte der Abstrahlwinkel bis zu 30 Grad betragen, was den Verlauf im Hochtonbereich in Abhängigkeit von der Richtcharakteristik verfälschen würde.

Außerdem wäre der Tieftonanteil, der von einem weiter entfernten Basslautsprecher oder der Reflexöffnung abgestrahlt wird, (z. B. BR-Öffnung an der Boxenrückseite) in der Mikrofonposition zu schwach und würde zu unrealistischen Ergebnissen führen. Deshalb messen wir kleinere Boxen üblicherweise mit Mikrofonabständen zwischen 0,5 und 1 m – größere Lautsprecher mit Abständen zwischen 1 und 2 m. Die dabei auftretenden Raumeinflüsse sind unterschiedlich – je nach Aufstellung der Box, der Position des Mikrofons und der Anordnung reflektierender oder absorbierender Gegenstände im Raum.

Oberhalb etwa 1,5 kHz verhalten sich unterschiedliche Räume recht ähnlich. Es sind zwar auch im höheren Frequenzbereich Auslöschungen und Anhebungen durch Raumreflexionen vorhanden, doch sie hüllen *exakt* das Messergebnis ein, das man auch in schalltoten Räumen erhalten würde. Diese dicht gepackte, einhüllende „Wolke“ (– wie in unserem Beispieldiagramm auf S. 32 gezeigt –) enthält oberhalb 1,5 kHz also kaum verwertbare zusätzliche Informationen über den Lautsprecher, macht das Messergebnis aber sehr unübersichtlich. Zur besseren Interpretierbarkeit der Messergebnisse gibt es einige Methoden zu deren *Glättung*. Die Sichtbarkeit der Raumeinflüsse geht dann teilweise verloren, was teils beabsichtigt, teils unerwünscht ist. Wie groß die Aussagekraft solcher Messungen *über den Klang* ist, wird unterschiedlich beurteilt.

Da fast jeder Hersteller und fast jede Testzeitschrift unterschiedliche Messverfahren und Glättungsmethoden anwenden, erfordert es fast wissenschaftlichen Spürsinn, wenn man diese Ergebnisse miteinander vergleichen will.

Wenn es vielleicht 3 verschieden große, allgemein als Referenz anerkannte, „Norm-Lautsprecher“ gäbe (die gar nicht einmal so besonders gut sein müssten), wovon eine bei *jedem Boxentest* mitgetestet werden müsste, hätte man einen Quervergleich zur Messmethode und zum Mess- und Hörraum – dann könnte man das Produktprogramm oder das Testfeld wesentlich besser einordnen.

Das ist aber wohl nicht realisierbar. Wir sind der Meinung, dass man durch echofreie Messungen zusätzliche Informationen erhält, die für eine halbwegs aussagekräftige Einstufung von Lautsprechern nötig sind (egal, ob die Reflexionen rechenstechnisch, oder durch Messung im Freien, oder in schalltoten Räumen unterdrückt werden).

Zusätzlich sind aber auch die Vergleichsmessungen *mit* Raumresonanzen im Wohnraum nötig, um herauszufinden, wie ein Lautsprecher mit dem Raum kommuniziert!

Die größten Auswirkungen auf die Ergebnisse der Messprotokolle haben (neben den verschiedenen Messverfahren und Messgeschwindigkeiten) auch *die Art der Aufstellung* der Boxen und die Positionierung des Mikrofons.

Lautsprecher *auf Sockeln* klingen im Bass- und Mittenbereich

gegenüber *gleich hohen* Stativen um so unterschiedlicher, *je kleiner sie sind* (Die „Vergrößerung“ der Schallwand durch bündige Sockel kann wegen der sich dadurch verändernden Abstrahlcharakteristik mehr als 3 dB Frequenzgangunterschied bewirken. Ein Teil der Schallenergie, die ohne Sockel an den Boxenkanten nach hinten gebeugt wird, findet *mit* Sockeln den Weg nach vorne).

Noch wesentlich kräftigere Veränderungen ergeben sich in diesen Frequenzbereichen aus unterschiedlichen Abständen der Boxen vom Boden oder den Seiten- und Rückwänden des Raumes. Lautsprecher, die im schalltoten Raum ähnliche Frequenzgänge haben, können in üblichen Wohnräumen *völlig andere* Eigenschaften entwickeln, je nach Abstrahlcharakteristik und den Abständen der einzelnen Lautsprechersysteme von Boden oder Wänden.

Als Entwickler von *Regallautsprechern* hat man nicht so große Möglichkeiten, unangenehme Raumauswirkungen zu bekämpfen. Bei großen Standlautsprechern jedoch, die normalerweise direkt auf dem Boden positioniert sind, kann man schon eine ganze Menge Erfahrung einbringen.

Boxen mit mindestens zwei Tieftönern erlauben es, bei überlegter Auslegung von Frequenzweiche und Anordnung der Chassis mit *einem* Basslautsprecher die Raumauslöschung des *anderen* Basschassis *aufzufüllen* und so der Raumakustik ein Schnippchen zu schlagen.

Ständige Hör- und Messvergleiche mit berühmten Produkten namhafter Hersteller und mit den Geheimtipps aus der High-End-Szene bringen Hinweise darauf, wo unsere Boxen stehen – wir glauben, dabei gar nicht schlecht auszusehen!

## Lautsprecher-Belastungstests

Obwohl es bei Nubert-Boxen noch nie nennenswerte Ausfälle durch Überlastung gab (weniger als 0,2 %), haben wir in den ersten Monaten des Jahres 2000 alle Lautsprechermodelle unseres Programmes **noch sicherer** gemacht. Zusätzlich zu den selbstrückstellenden Sicherungen, die schon seit über 10 Jahren in allen Modellen *für die Hochtöner* enthalten sind, kommen nun auch entsprechende *Tieftöner*-Sicherungen zum Einsatz, womit Nubert-Boxen dann „*elektrisch*“ *annähernd unzerstörbar* werden. Ausgelöst wurde diese Entscheidung durch die (inzwischen nicht mehr praktizierte) Leistungsprüfung einer Testzeitschrift, die grundsätzlich 100 Stunden *Dauer-Rauschen* in Höhe der vollen Nennbelastbarkeit in die Lautsprecher eingespeist hat, obwohl nach der DIN-Norm ausdrücklich auch die wesentlich realistischere Messmethode mit einem intermittierenden Signal zugelassen ist.

Nun stellt also auch der *viel zu harte*, ohne spezielle Absicherung *eigentlich unerfüllbare* 100-Studentest für unsere Boxen kein Problem mehr dar.

In der DIN-Norm EN 60268-5 gibt es unserer Meinung nach eine gewisse Inkonsequenz bei der Definition von „Nennbelastbarkeit“. In den (internationalen) IEC-Normen gibt es die Bezeichnung „*rated noise power*“, die sehr sinnvoll ist, um im Labor die thermische Grenzbelastbarkeit eines Lautsprechers auszuloten. Zur Definition von *Nennbelastbarkeit* ist ein 100-Studentest mit Dauerrauschen aber ziemlich ungeeignet, weil der dabei auftretende Leistungsdurchschnitt mindestens *doppelt so hoch* ist, wie er bei extremster Musik vorkommen kann.

International würde *Nennbelastbarkeit* wohl eher als die sehr gebräuchliche „*Longterm Max System Power (IEC)*“ verstanden werden, wobei ein speziell aufbereitetes rosa Rauschen insgesamt 10 mal eine Minute lang mit jeweils 2 Minuten Pause angelegt wird – der Test also nur 30 Minuten dauert.

Die (etwas ungewöhnliche) Querverbindung von *Nennbelastbarkeit* zu *rated noise power*, die es *nur im deutschen Normblatt* gibt („die Nenn-Rauschleistung darf auch Nennbelastbarkeit genannt werden“), berücksichtigt nicht, dass Musik aus rhythmischen Ereignissen besteht – und nicht aus Dauertönen. Sie stellt, wie schon erwähnt, eine etwa doppelt so hohe thermische Belastung dar, wie es in Sprache oder Musik maximal vorkommen kann.

Deshalb war vom „Deutschen Normenausschuss Akustik“ (NALS) noch ein zweiter, wesentlich praxisgerechterer Test eingeführt worden, der die dynamischen Verhältnisse im Musikgeschehen besser nachbildet. Der intermittierende 300-Std.-Test stellt eine ebenfalls *sehr harte* Prüfungsmethode dar, die geeignet ist, die wildesten Pop-, Jazz- und Techno-Attacken im Programm-Material zu simulieren. („Anmerkung“ in Kapitel 18.4 der deutschen Norm DIN EN 60268-5.)

## Übersicht über die Messmethoden für Lautsprecher-Belastungstests

Die für Deutschland gültige Norm ist seit April 1997 die DIN EN 60268-5. Sie ersetzt die DIN IEC 268-5:1995-10 und enthält die deutsche Übersetzung der internationalen Norm IEC 268-5 + A1 + A2.

Auf Seite 10 der aktuellen Norm werden in Kapitel 18 „elektrische Eingangsleistung“ vier verschiedene Leistungsarten definiert:

### 18.1 Maximale Kurzzeit-Eingangsleistung

Höchste Leistung, die die Lautsprecherkombination 1 Sekunde lang verarbeiten kann, ohne bleibenden Schaden zu nehmen. (Spezielles, in IEC 268-1 definiertes rosa Rauschen)  
Prüfungsdauer: 60 mal 1 Sekunde mit jeweils 1 Minute Pause zwischen den Signalen.

### 18.2 Maximale Langzeit-Eingangsleistung

Die Höchstleistung, die die Lautsprecheranordnung ohne bleibenden Schaden zu nehmen, 1 Minute lang verarbeiten kann. (rosa Rauschen nach IEC 268-1)  
Prüfungsdauer: 10 mal 1 Minute mit jeweils 2 Minuten Pause.

### 18.3 Nenn-Sinusleistung

Die vom Hersteller angegebene Leistung eines im Nenn-Frequenzbereich liegenden Dauer-Sinus-Signals, das der Lautsprecher ohne irgendeinen thermischen oder mechanischen Schaden im Dauerbetrieb verarbeiten kann. Die Leistung gilt als Grenzwert für Messungen mit Sinus-Signalen während eines angegebenen Zeitraumes.

Prüfungsdauer: Wenn kein Zeitraum angegeben wird, darf er höchstens eine Stunde betragen.

### 18.4 Nenn-Rauschleistung

Die vom Hersteller angegebene Leistung eines Rauschsignals, das innerhalb des Nenn-Frequenzbereiches normales Programm-Material nachbildet, die der Lautsprecher ohne irgendeine thermische oder mechanische Beschädigung verarbeiten kann.

Prüfungsdauer: 100 Stunden lang ununterbrochen, oder mit nationaler Fußnote, die sich auf das nationale Vorwort bezieht:

In solchen Fällen, in denen aufgrund der thermischen Einbaubedingungen eine unzulässige Erwärmung des zu prüfenden Lautsprechers oder von Bauteilen hiervon bei der kontinuierlichen Prüfung technisch nicht sinnvoll ist, hat sich ein intermittierendes Verfahren bewährt: Geprüft wird intermittierend 300 Stunden, wobei das Messsignal in regelmäßiger Folge jeweils 1 Minute ein- und 2 Minuten auszuschalten ist.