

# ARTA Ringversuch #3 – Zwischenauswertung (11/2022)

## 1. Vorwort

Akustische Messtechnik ist bei der Lautsprecherentwicklung ab einem gewissen Anspruch Voraussetzung. Eine Messung einer Person umschließt prinzipbedingt allerdings nur einen Satz Hardware und Knowhow - falsche Ergebnisse aufgrund nicht korrekt gewählter Methodik, Bedienungsfehlern, Mängel an der Hardware, Umgebungseinflüssen, o.ä., sind selbst bei Verwendung von hochwertiger Hardware und peniblem, informiertem Arbeiten nie ganz auszuschließen.

Das Community-Projekt „ARTA Ringversuch“ bietet die Möglichkeit, eigene, an einem fixen / unveränderlichen Testobjekt gesammelte Messwerte mit denen einer Vielzahl anderer Anwender abzugleichen. Die Erwartungshaltung ist, dass sich ein statistisches Mittel mit guter Deckung von mehreren Datensätzen herauskristallisiert, welches als Referenz für „die korrekte Messung“ dienen kann - somit dem Teilnehmer entweder Sicherheit in die eigenen Messdaten verleiht, oder ihm zeigt, wo Verbesserungsbedarf besteht.

Umfassende Informationen zu Ringversuch #3 (Programm, Testobjekt, ...) finden sich im dazugehörigen Infoblatt:

[ARTA Ringversuch #3 Infoblatt Download](#) ([Backup-Link](#))

## 2. Teilnehmer

Die Zwischenauswertung 11 / 2022 umfasst 5 Datensätze von 4 Teilnehmern:

### 1. *Swany*

Software: REW

Hardware: miniDSP Umik-2

Messmethodik: Stativmessung gefenstert Fernfeld, gefügt an nicht Bafflestep-korrigierte „einfache“ Nahfeldmessung (Mikrofonspitze zwischen Membran und Port)

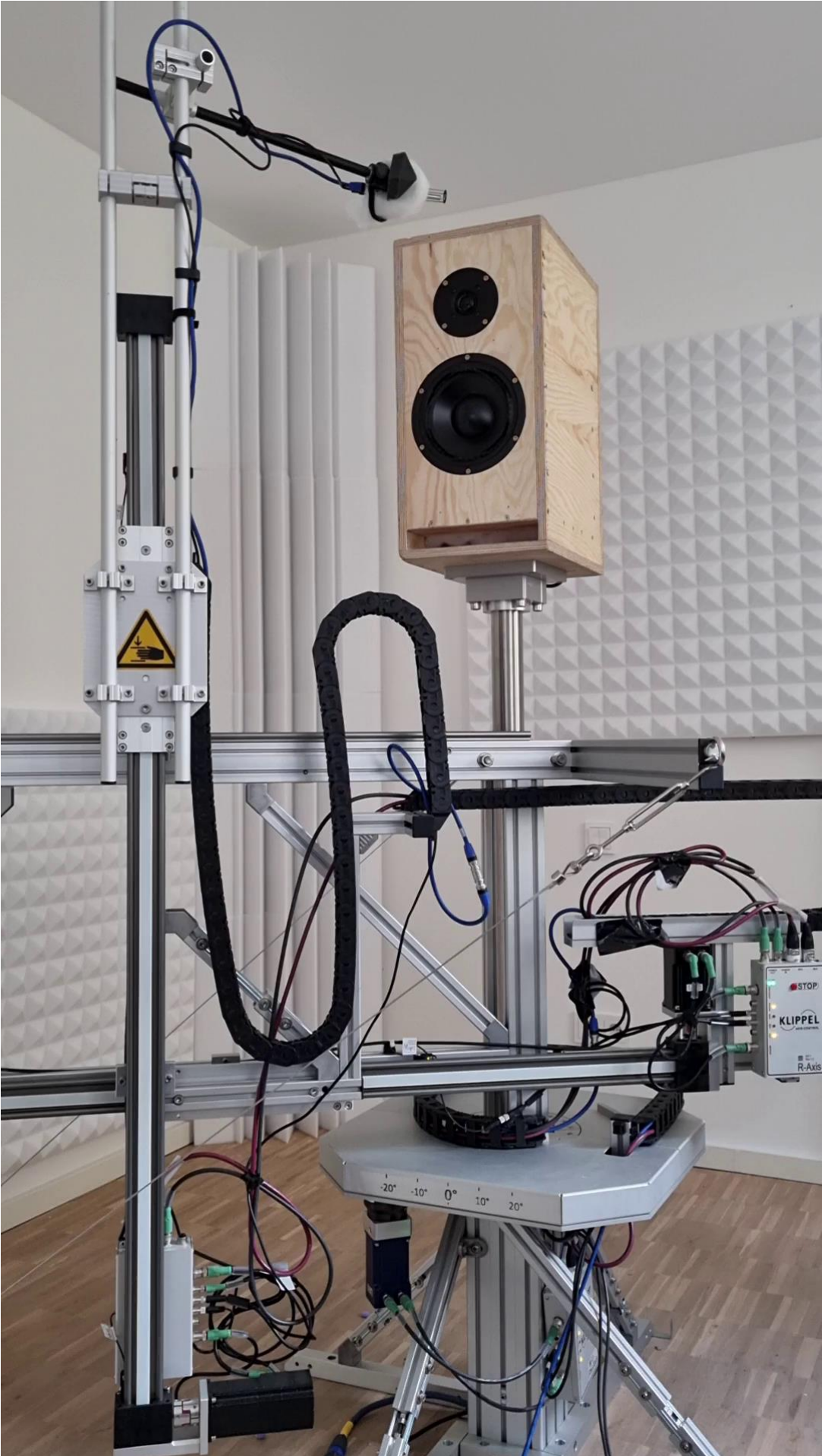
Messumgebung: Indoor, Wohnraum

### 2. *Dausend Acoustics*

Software: Klippel dB Lab

Hardware & Messmethodik: Klippel Near Field Scanner, mit Mikrofonen GRAS 46 BE für den NFS Scan & MTG MK255 für In-Situ-Verzerrungsmessung

Messumgebung: Indoor



### 3. Ste\_Pa

Software: ARTA

Hardware: Mikrofon Img ECM-40, Preamp Behringer Shark DSP 110, Interface EMU-202

Messmethodik: GPM (Ground Plane Measurement) gefenstert Fernfeld, gefügt an Bafflestep-korrigierte kombinierte Nahfeldmessung

Messumgebung: Indoor, Wohnraum; GPM auf Fliesen



#### 4. Stoneeh

Software: ARTA

Hardware: Mic Isemcon EMX-7150, SPL-Kalibrator Isemcon SC-1, Preamp Img MPA-102, Interface Creative X-Fi USB HD

Messmethodik & -umgebung #1: GPM Fernfeld Outdoor

Messmethodik & -umgebung #2: Stativmessung gefenstert Fernfeld Indoor, gefügt an Bafflestep-korrigierte kombinierte Nahfeldmessung Indoor

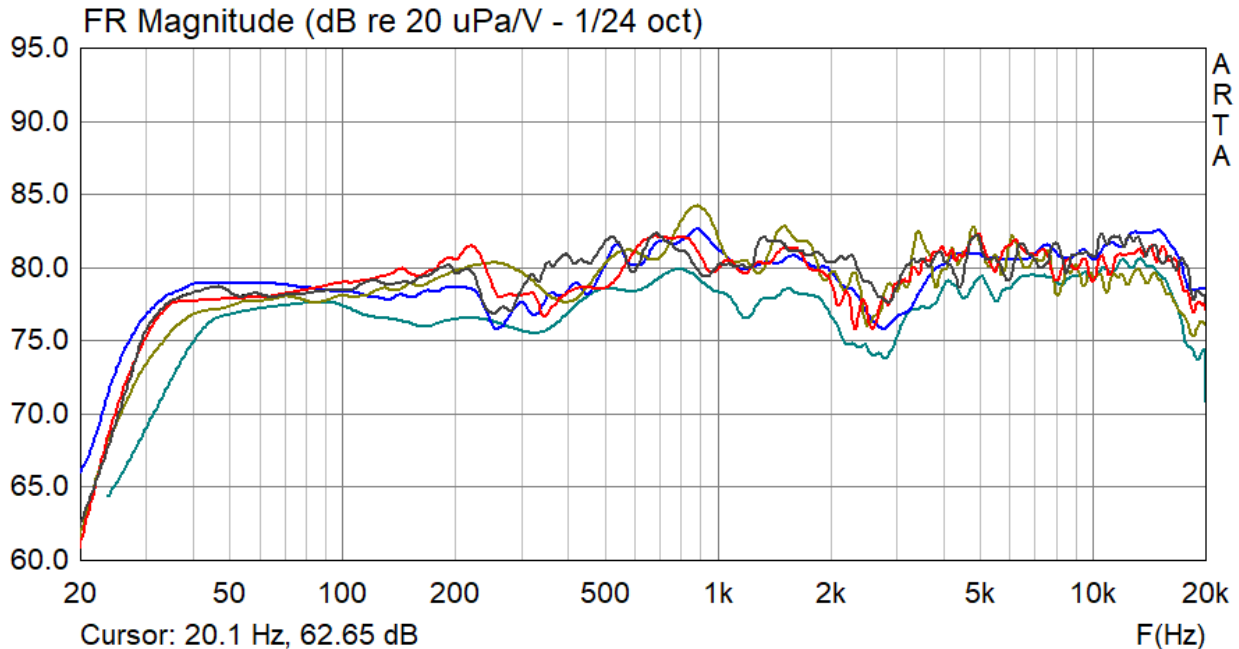


Weitere Anmerkungen zu den Messungen der Teilnehmer:

- alle Impulsantworten der Teilnehmenden wurden, inkl. der jeweiligen Mikrofon-Kalibrierdateien, in einem in ARTA importierbaren Format an die Organisation übermittelt. Der Rest der Messungen liegt als Grafikexport vor.
- die kombinierten Nahfeldmessungen der User Ste\_Pa und Stoneeh wurden nach Methode & Pegelanpassung „Formel Neu“ aus „*Kombinierte Nahfeldmessung – Praxistest & Neuevaluierung der etablierten Methoden*“, Stoneeh, 2022, durchgeführt; Details siehe Punkt #9 dieser Zwischenauswertung
- da der Organisator gleichzeitig Teilnehmer ist, wurde, um ein unbeeinflusstes sammeln seiner Messdaten (s. Infoblatt Punkt 10) sicherzustellen, seine Messung als erstes durchgeführt, und zum Schutz in unveränderlicher Form bei einem unbeteiligten Dritten in Treuhand gegeben

### 3. Auswertung Amplitudenfrequenzgang (pegelkalibriert, 2,83 Vrms, 1m 4pi)

Türkise Kurve Swany, blau Dausend Acoustics, goldgelb Ste\_Pa, rot Stoneeh Stativ & komb. NF, grauschwarz Stoneeh GPM:



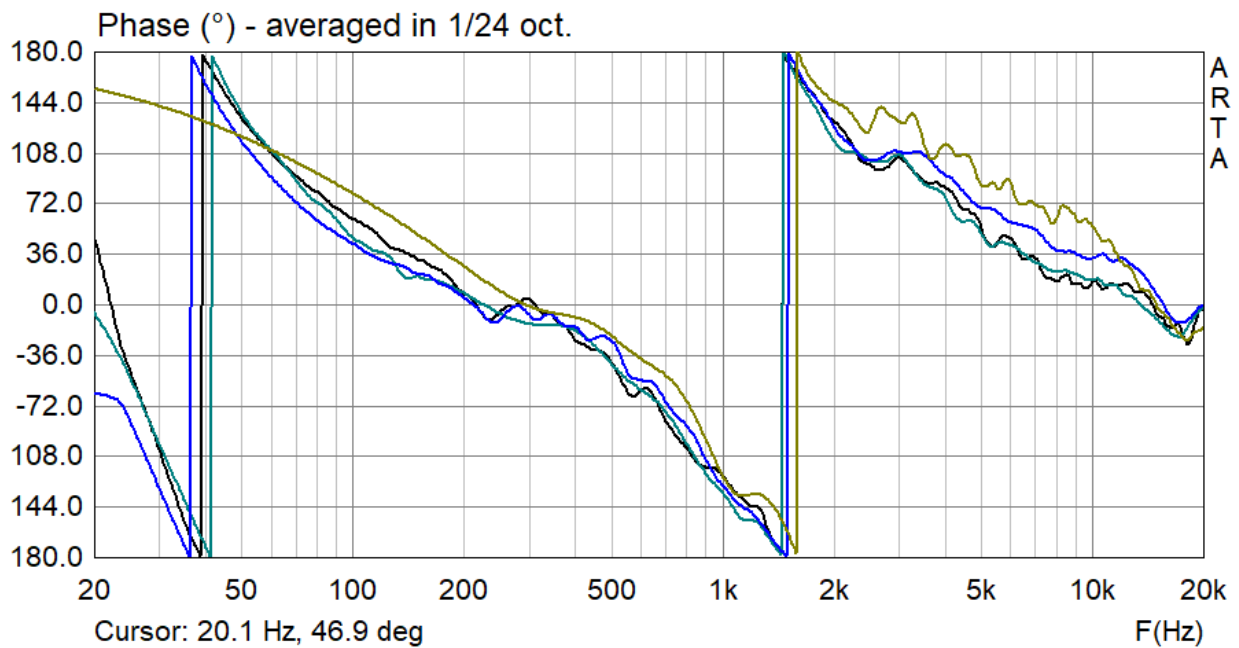
Dausend Acoustics' NFS-Scan und Stoneeh's beide Methodiken zeigen eine sehr gute Deckung, mit im Schnitt <1 dB SPL Abweichung.

Swany's Kurve ist vom Verlauf großteils entsprechend, liegt jedoch im Schnitt 2 dB niedriger. Zudem weicht der Bassbereich, insb. die untere Flanke, wohl aufgrund der vereinfachten Variante der Nahfeldmessung, vom Rest ab.

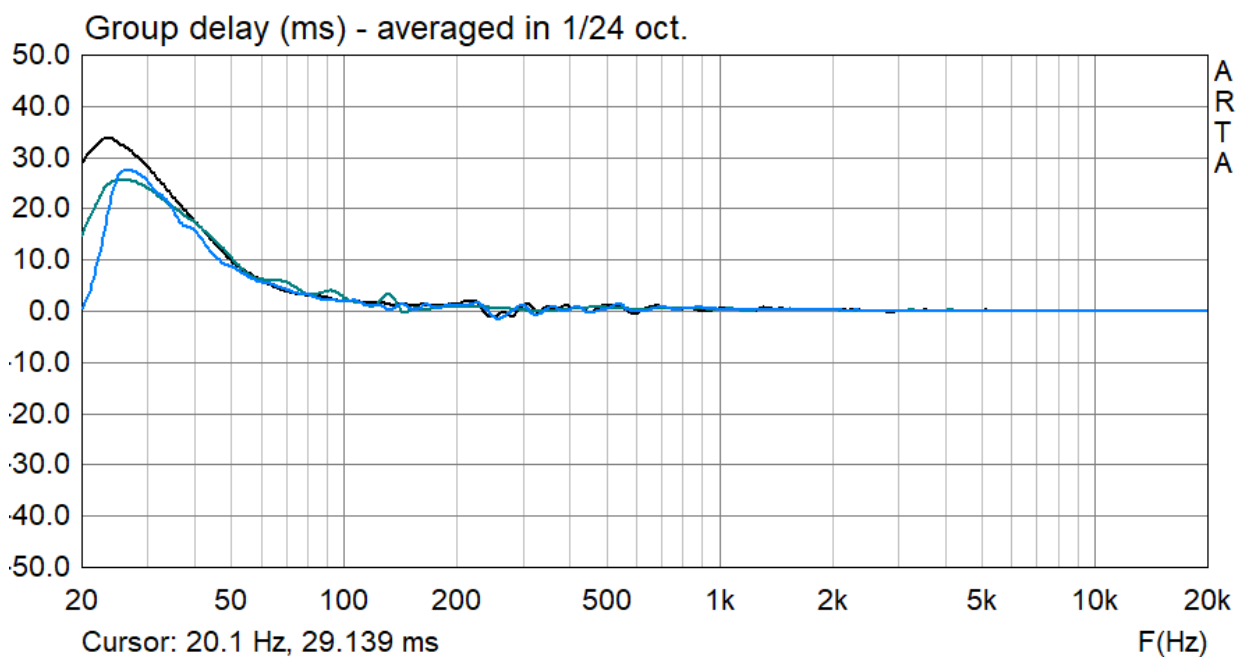
Ste\_Pa's Datensatz zeigt am oberen und unteren Ende des Frequenzbands moderate Abweichungen, welche nach intensiver Rücksprache bzw. Diagnose mit dem Teilnehmer auf ein teildefektes Soundinterface rückgeführt werden konnten.

#### 4. Auswertung Phasenfrequenzgang

Farbgebung wie zuvor; Ste\_Pa's Kurve = GPM gefenstert (gültig ab ~200 Hz):

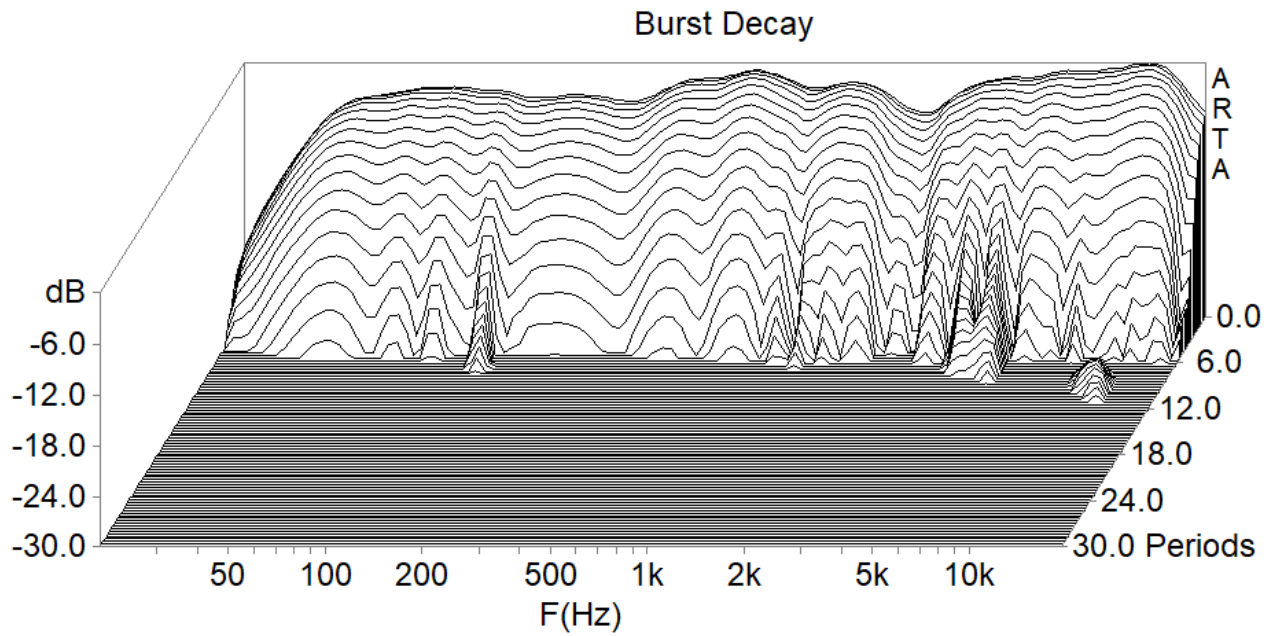


#### 5. Auswertung Gruppenlaufzeit

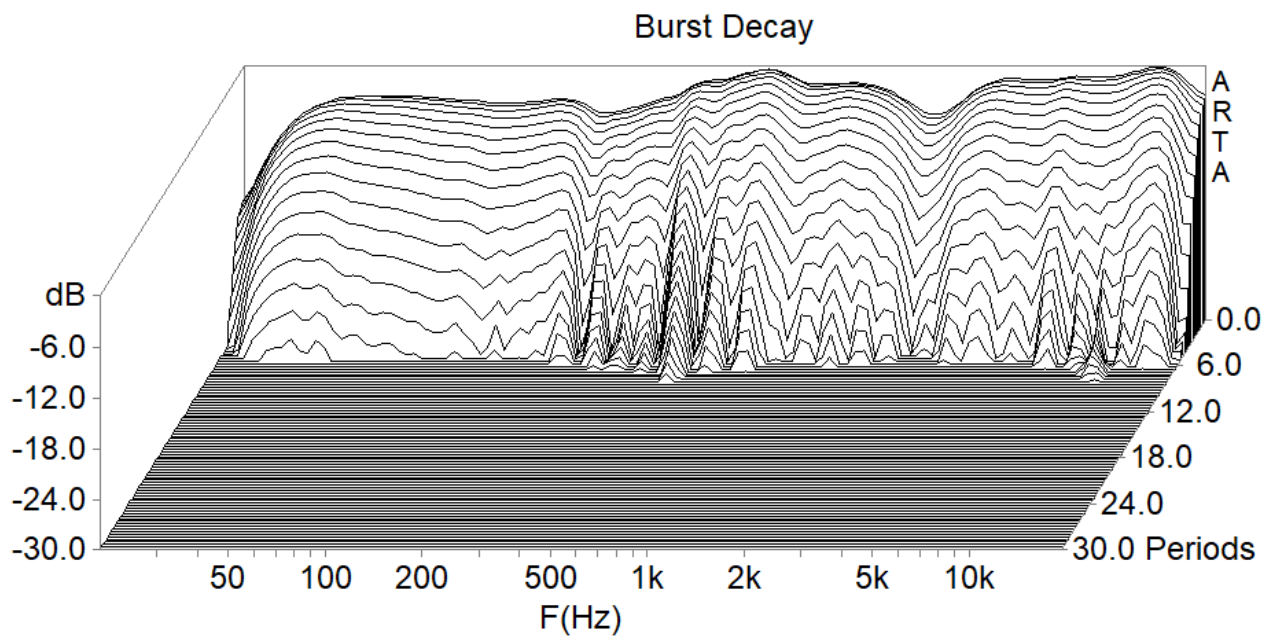


## 6. Auswertung Wasserfalldiagramm / Burst Decay

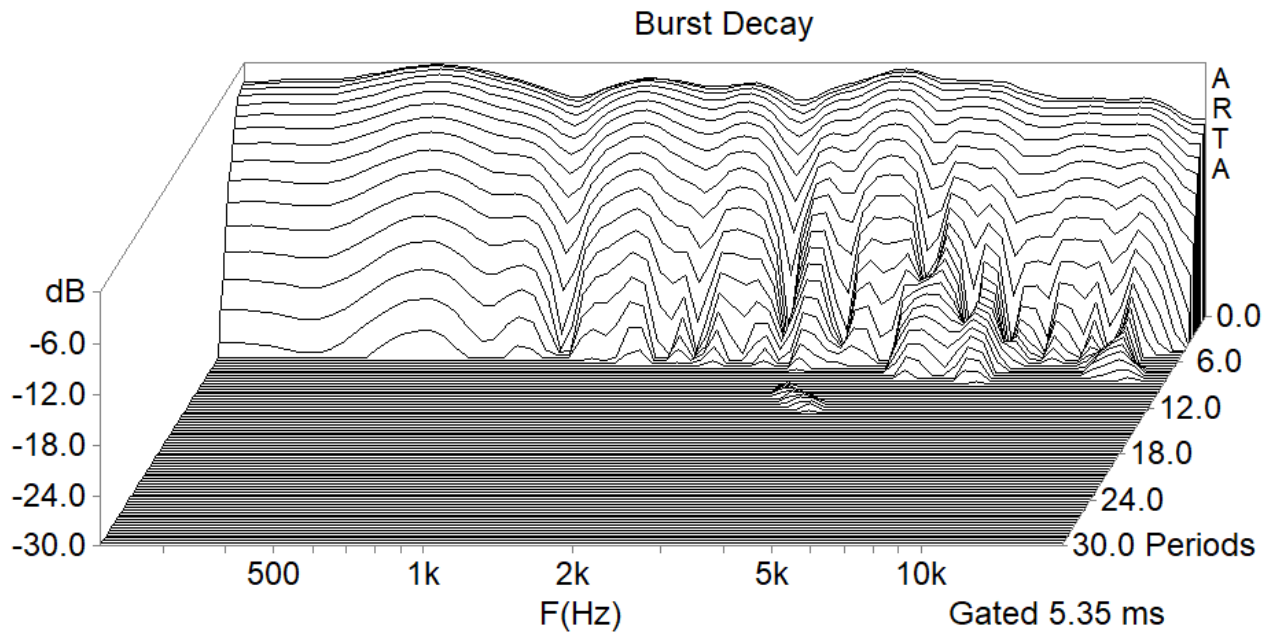
Swany:



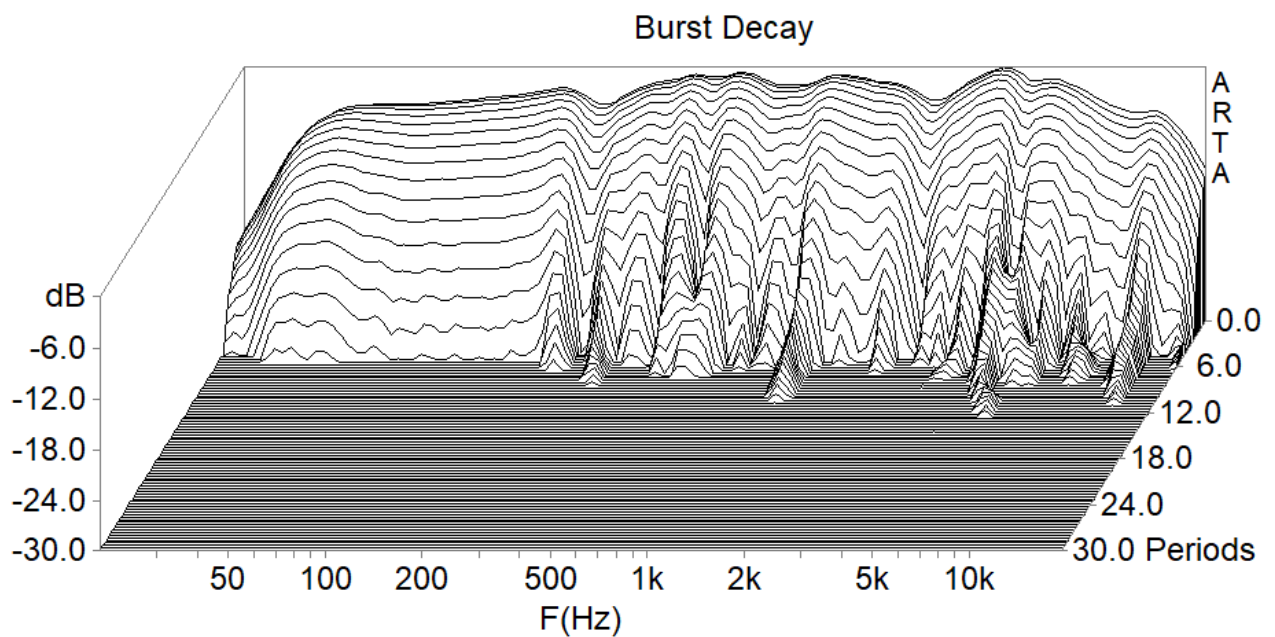
Dausend Acoustics:



Ste\_Pa (gefenstert):



Stoneeh (GPM):



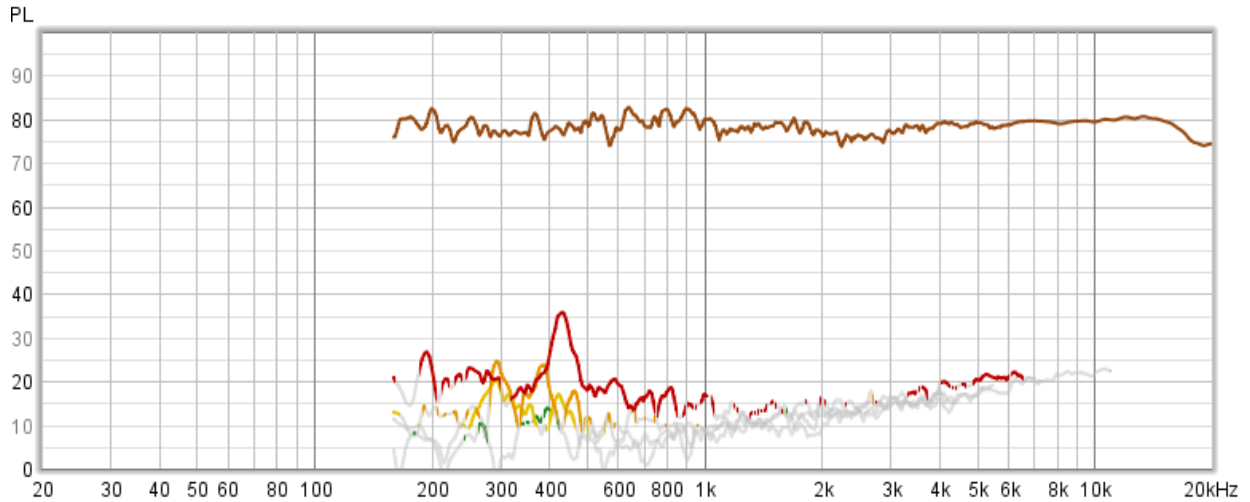
Ste\_Pa's gefensterte Darstellung wirkt auf den ersten Blick sehr ansehnlich; der Hintergrund ist jedoch, dass die Messung durch die Fensterung schlicht an Auflösung / zeitlicher Information verliert.

Stoneeh's Outdoor-GPM zeigt insb. im Hochton leichte Nachschwinger – evtl. Überbleibsel von Bodenreflexionen.

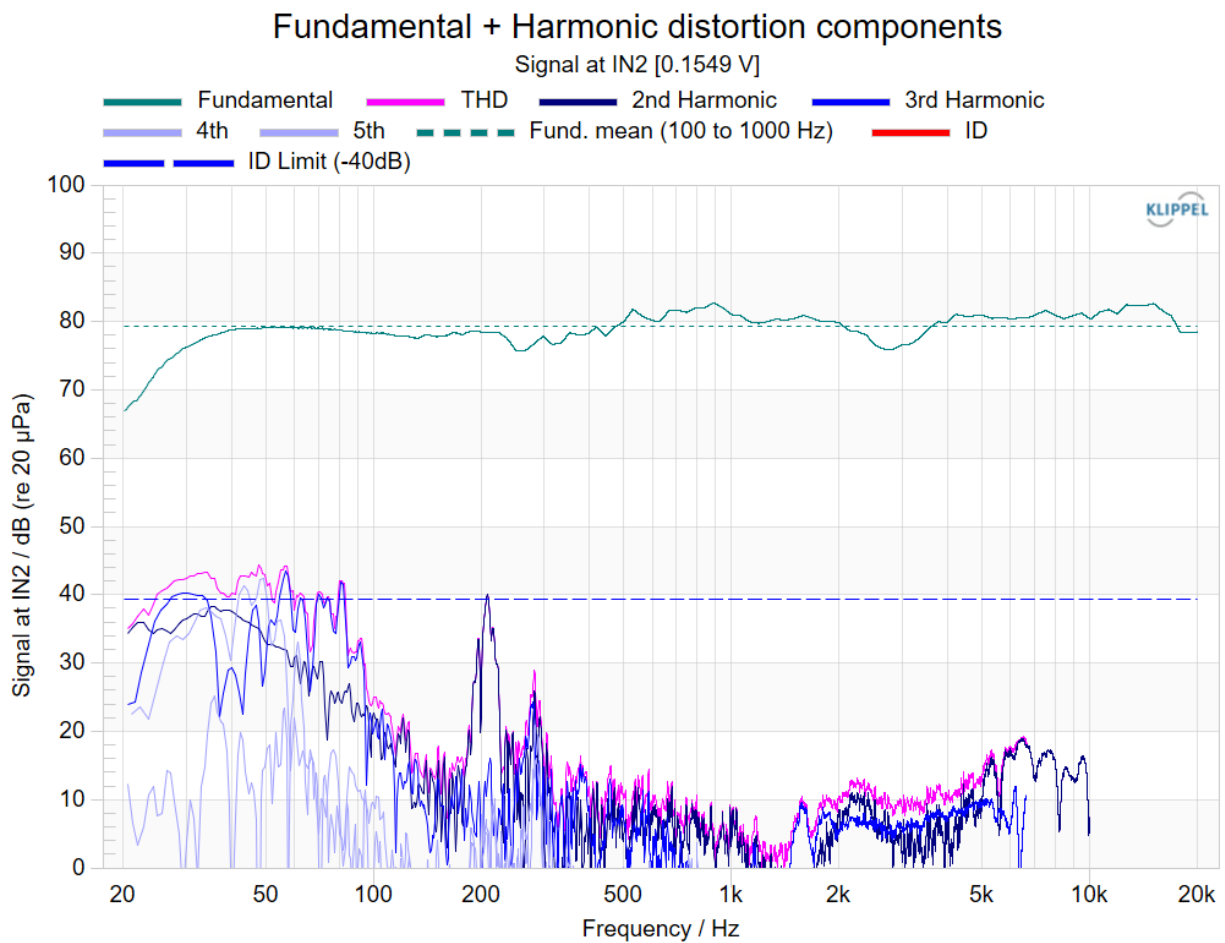


## 7. Auswertung Klirr (2,83 Vrms)

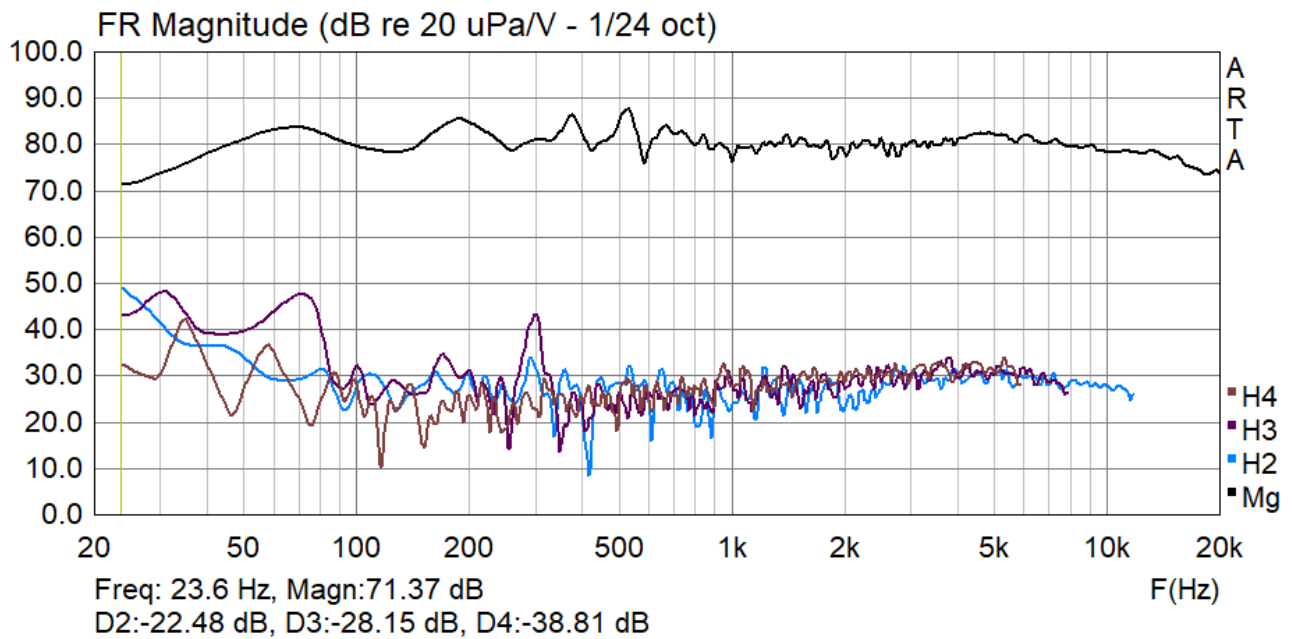
Swany:



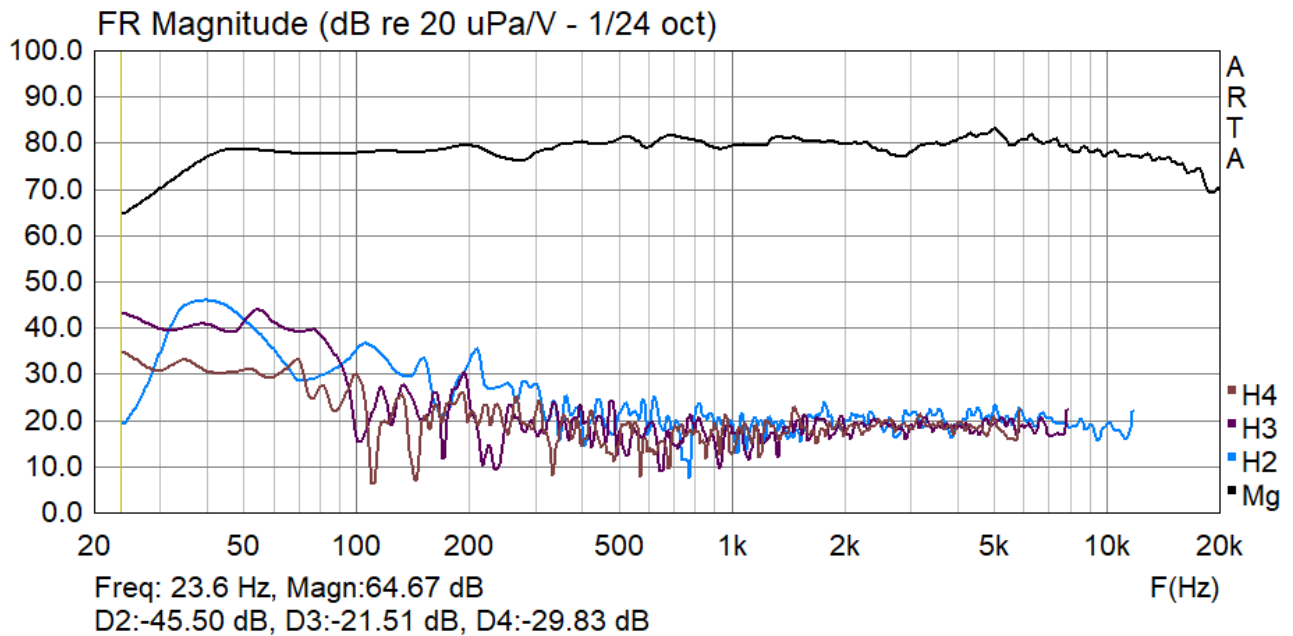
Dausend Acoustics:



Ste\_Pa:



Stoneeh (GPM):

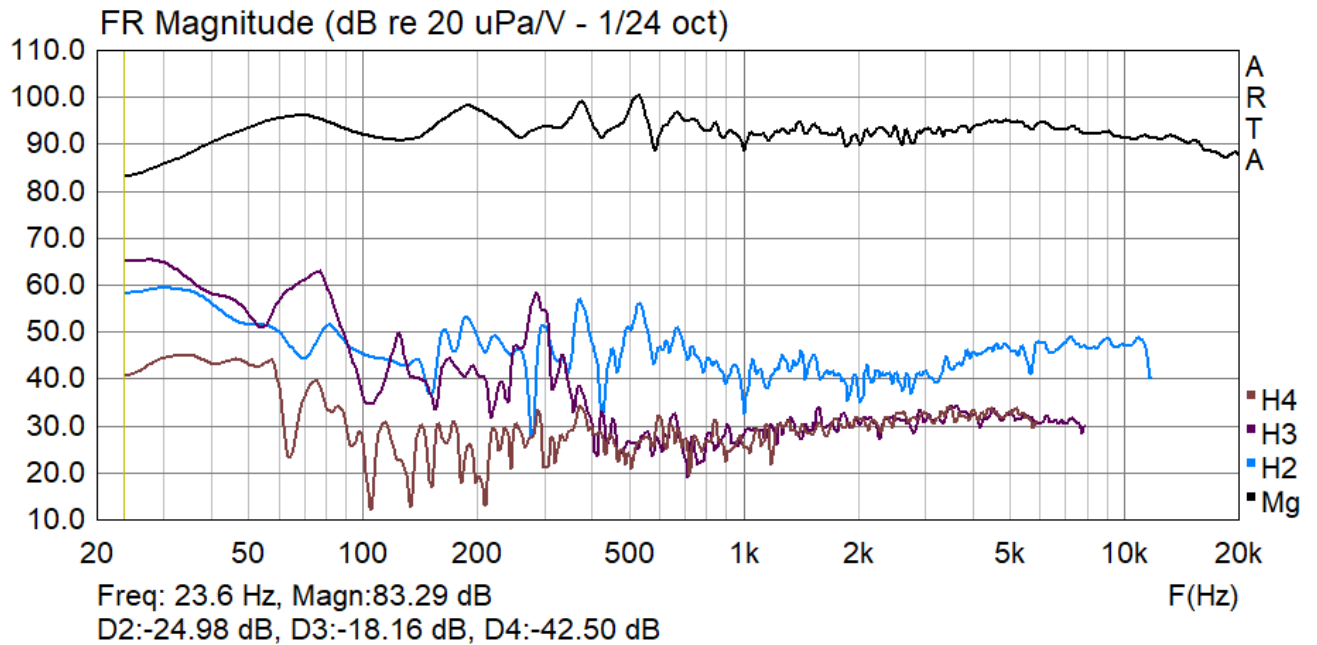


Aufgrund des außergewöhnlich niedrigen Verzerrungsgrads des Testobjekts bei Kleinsignal werden die harmonischen Verzerrungen bei drei der vier Datensätze größtenteils vom Noisefloor der Signalkette überdeckt.

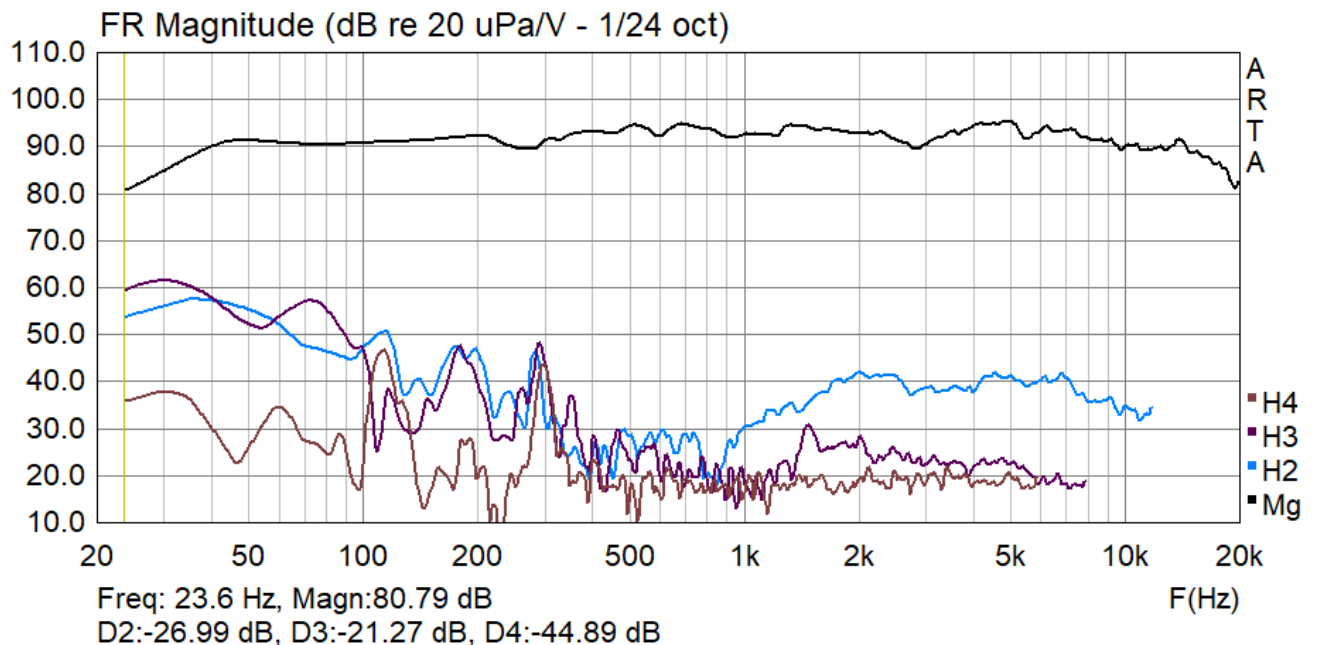
Einzig Dausend Acoustics' Referenzmikrofon/-elektronik ist in der Lage, die eigentlichen Verzerrungen des Lautsprechers vollumfänglich abzubilden.

## 8. Auswertung optionales Messprogramm

Klirr 11,32V Ste\_Pa:

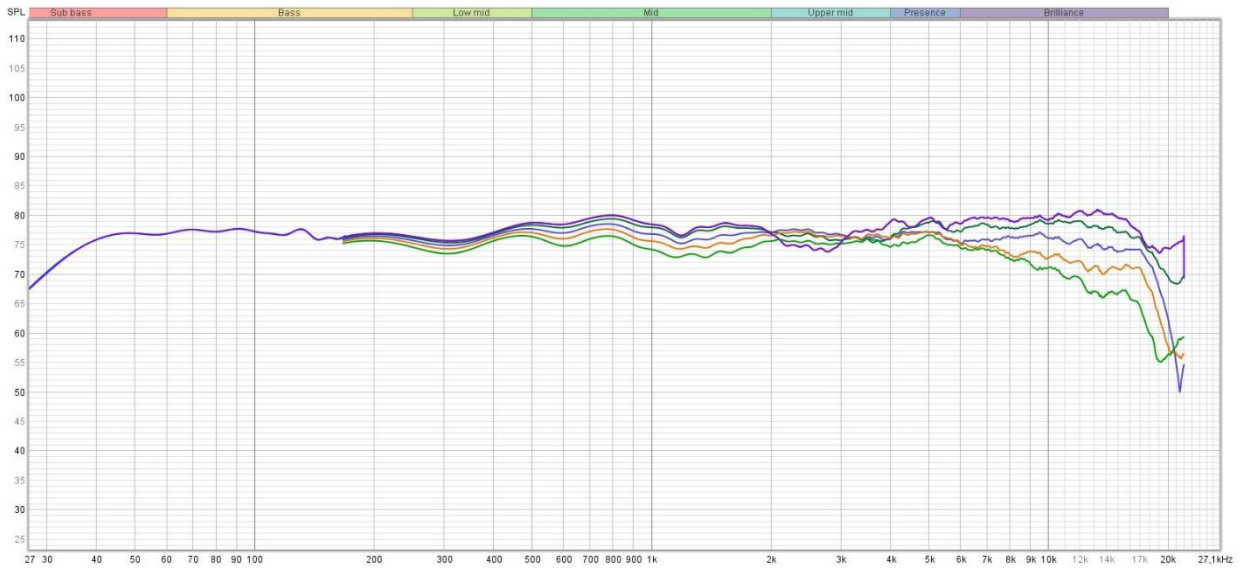


Klirr 11,32V (GPM) Stoneeh:

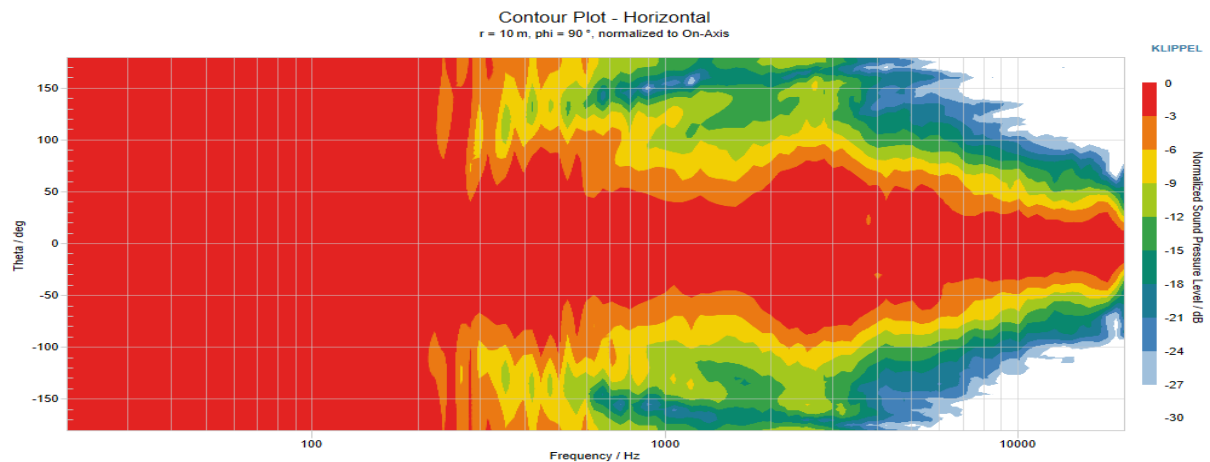
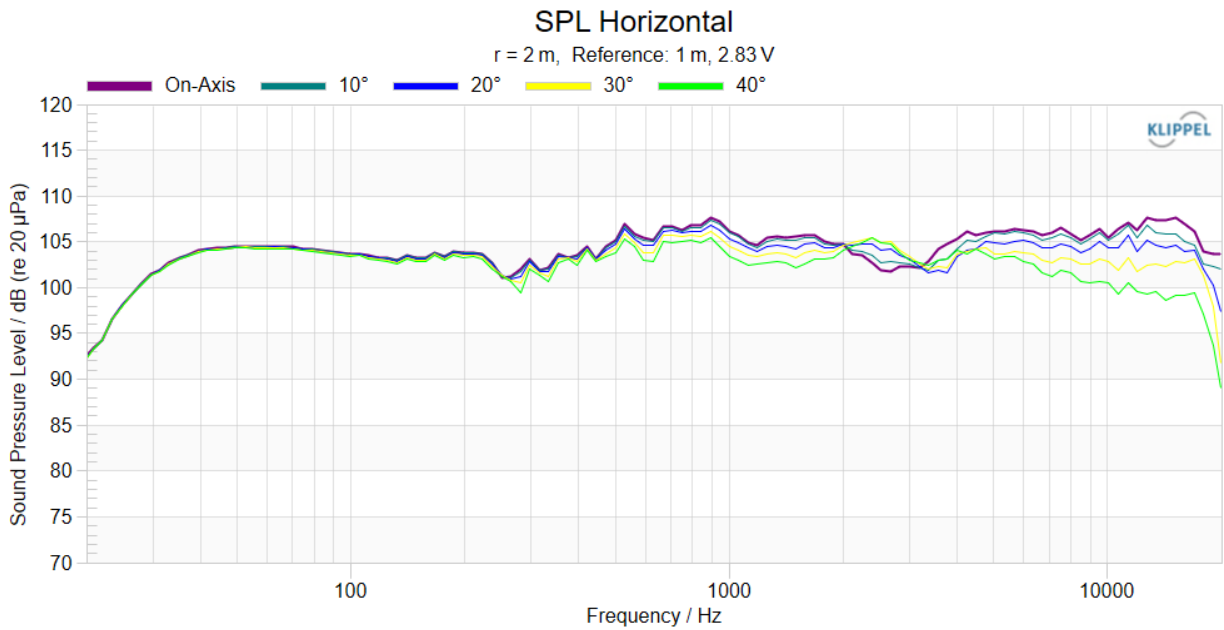


Erhöhter Eigenklirr & Noisefloor Ste\_Pa's ECM-40 vs. Stoneeh's EMX-7150; wobei die höheren Klirr-Ordnungen auch bei Stoneeh noch im Noisefloor zu liegen scheinen.

## Winkelmessungen Swany:



## Winkelmessungen Dausend Acoustics (nicht pegelkalibriert):



## 9. Addendum

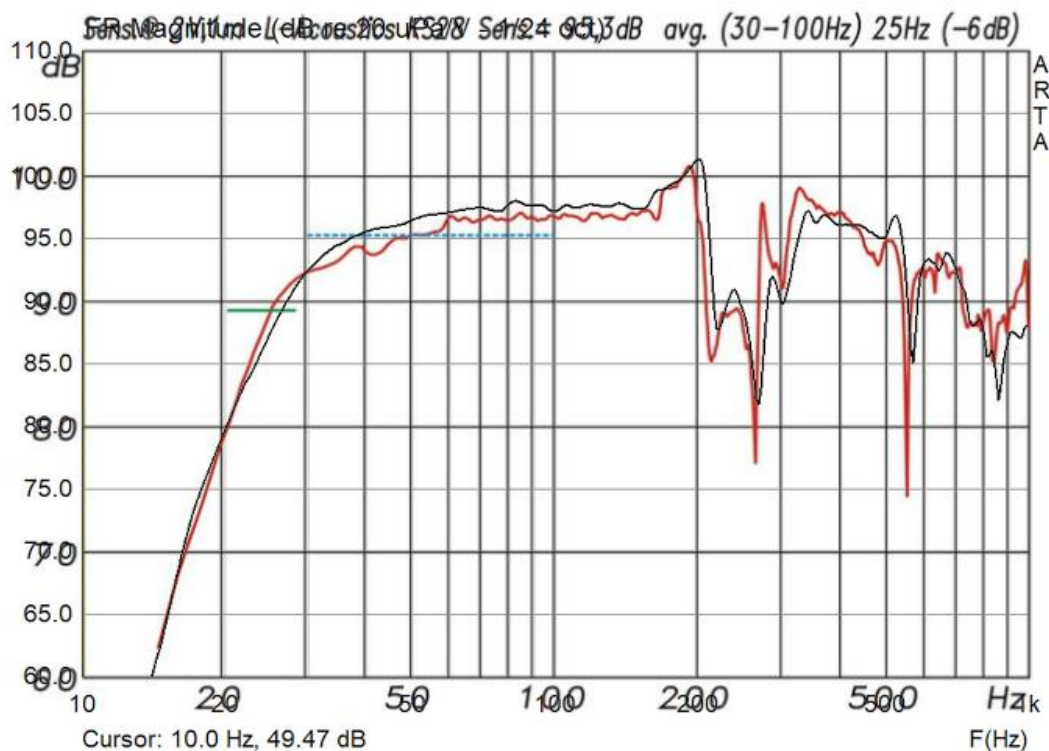
- Externer Abgleich:

Der Teilnehmer Stoneeh hat in der Vergangenheit mehrfach seine Messungen kommerzieller Lautsprecher mit denen von Fachmagazinen abgeglichen.

Der Graph anbei zeigt in schwarz Stoneeh's Frequenzgang-/Wirkungsgradmessung eines L'Acoustics KS28, rot die des Fachmagazins Production Partner, durchgeführt von Prof. Dr. Anselm Goertz, mit Bruel & Kjaer Messtechnik.

Die Bedingungen bei beiden Messungen lauten GPM, 2 Vrms Verstärkerspannung, SPL skaliert auf 1m 4pi.

Da die Messdaten der PP nicht in Rohform vorliegen, konnte nicht innerhalb einer Software einheitlich ausgewertet werden, sondern wurden die beiden entsprechenden Grafikexporte mit identen Skalen grafisch übereinander gelegt:



Im Bassbereich ergibt sich eine quasi perfekte Übereinstimmung, mit im Schnitt weniger als 1 dB SPL Abweichung.

Im von Gehäuse- und Portresonanzen durchzeichneten Grundtonbereich scheinen die entsprechenden Spitzen im Amplitudenverlauf, wohl aufgrund unterschiedlicher Frequenzauflösung der beiden verwendeten Softwares, unterschiedlich ausgeprägt auf; man kann jedoch noch immer von einer im Schnitt exzellenten Übereinstimmung sprechen.

Insg. kann dieser externe Abgleich als weitere Validierung dienen - demonstriert aber, wie innerhalb des Ringversuchs bereits zu lernen, dass zwischen nicht unter exakt den gleichen Bedingungen ermittelten Messdaten immer eine gewisse Toleranz verbleibt.

- Detailbetrachtung kombinierte Nahfeldmessung im Tiefton:

(Kombinierte) Nahfeldmessungen sind eine der wenigen Möglichkeiten, in Wohnräumen normaler Größe den Bassbereich von Lautsprechern mit hoher Präzision, unter Ausblendung von Raumeinflüssen, zu erfassen. Die Methodik ist jedoch alles andere als trivial – ein aussagekräftiges Ergebnis hängt von korrekter, informierter, penibler Vorgehensweise in allen Belangen ab.

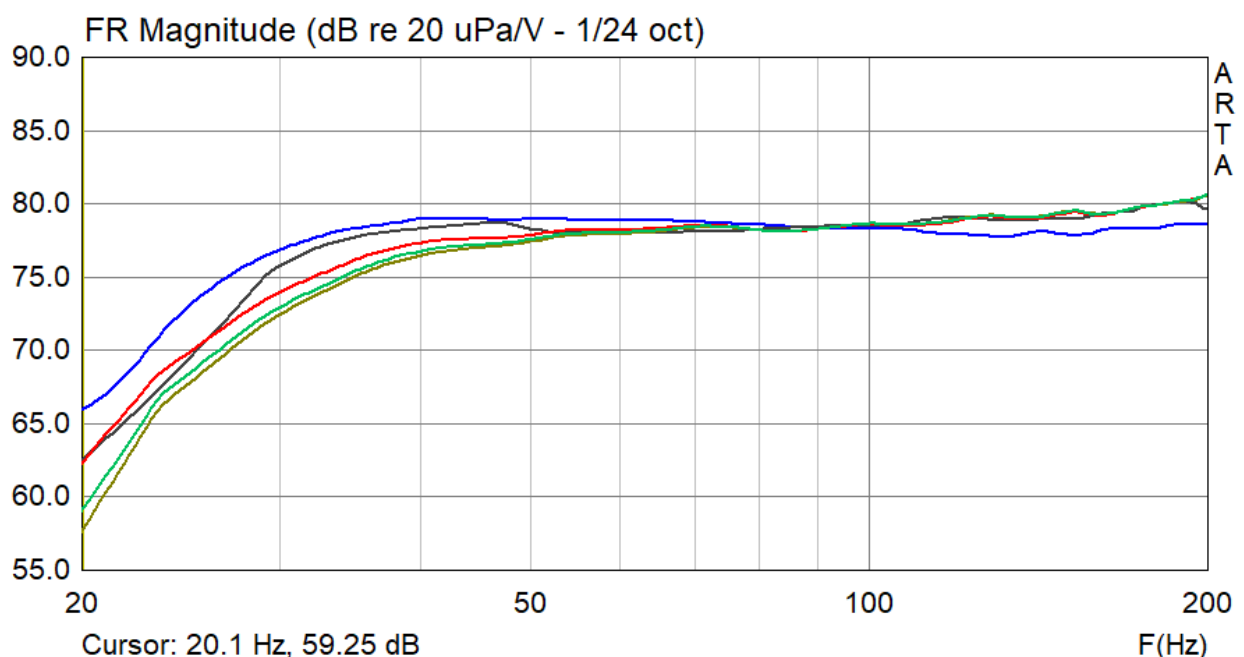
Eine Einschränkung, welche bisher nur bedingt Vertrauen in diese Messmethode ermöglicht hat, war, dass sie seit ihrer Vorstellung 1973 ([Low-Frequency Loudspeaker Assessment By Nearfield Sound-Pressure Measurement](#), D.B. Keele, AES) keine umfassende empirische Validierung erfahren hat. Basis der objektiven Wahrheitsfindung ist, so bereits in der Pflichtschulbildung jedem Bürger vermittelt, abprüfen von Theorien an der Praxis.

Erst 2022 wurde dies treffenderweise vom Organisator des Ringversuchs in seiner Publikation [Kombinierte Nahfeldmessung – Praxistest & Neuevaluierung der etablierten Methoden \(+ How-To in ARTA\)](#) nachgeholt

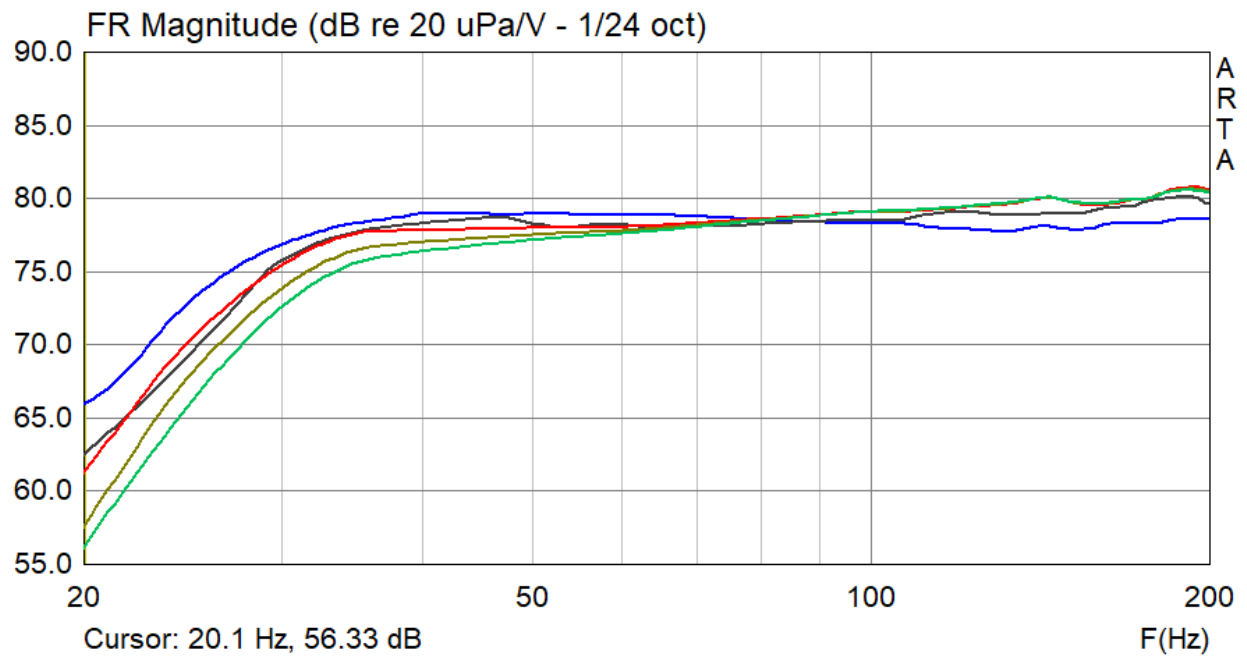
In Textform 23 Seiten umfassend, ist eine kurze Zusammenfassung dieser Facharbeit nicht möglich – aber es sei angemerkt, bei korrekter Vorgehensweise erzielt die (kombinierte) Nahfeldmessung im beurteilbaren Frequenzbereich (Bass) eine exzellente Übereinstimmung mit einer Freifeldmessung im Fernfeld.

Innerhalb der genannten Arbeit wurde anhand weiterer empirischer Erkenntnisse eine leicht verbesserte Formel für die Pegelanpassung der Schallquellen (Membran und Bassreflexkanal) vorgestellt. Diese wird nun anhand des Ringversuch-Testobjekts erneut mit den etablierten Methoden verglichen.

Kombinierte Nahfeldmessung *Ste\_Pa* – Pegelanpassung „Formel neu Stoneeh ([Quelle](#))“ rot, „Formel Keele“  $((Sv/Sd)^{0.5})$ ; [Quelle](#) goldgelb, Volumenstrommethode ([Quelle](#), Seite 122) grün; als Referenz blau Dausend's NFS-Messung, schwarz Stoneeh's Outdoor-GPM:

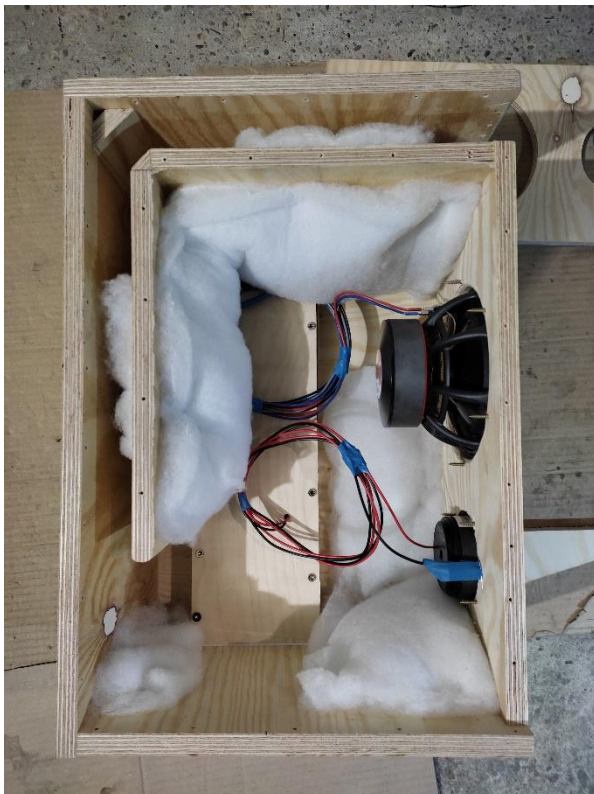


Kombinierte Nahfeldmessung *Stoneeh* – Farbgebung ident zu Ste\_Pa's Graph:



Die „Formel neu“ zeigt bei beiden Usern die beste Übereinstimmung mit sowohl der echten Freifeldmessung, als auch der hochtechnisch errechneten des Klippel Near Field Scanners.

- Fallstudie Bedämpfung & Winkelung des Bassreflexports am Ringversuch-Testobjekt:

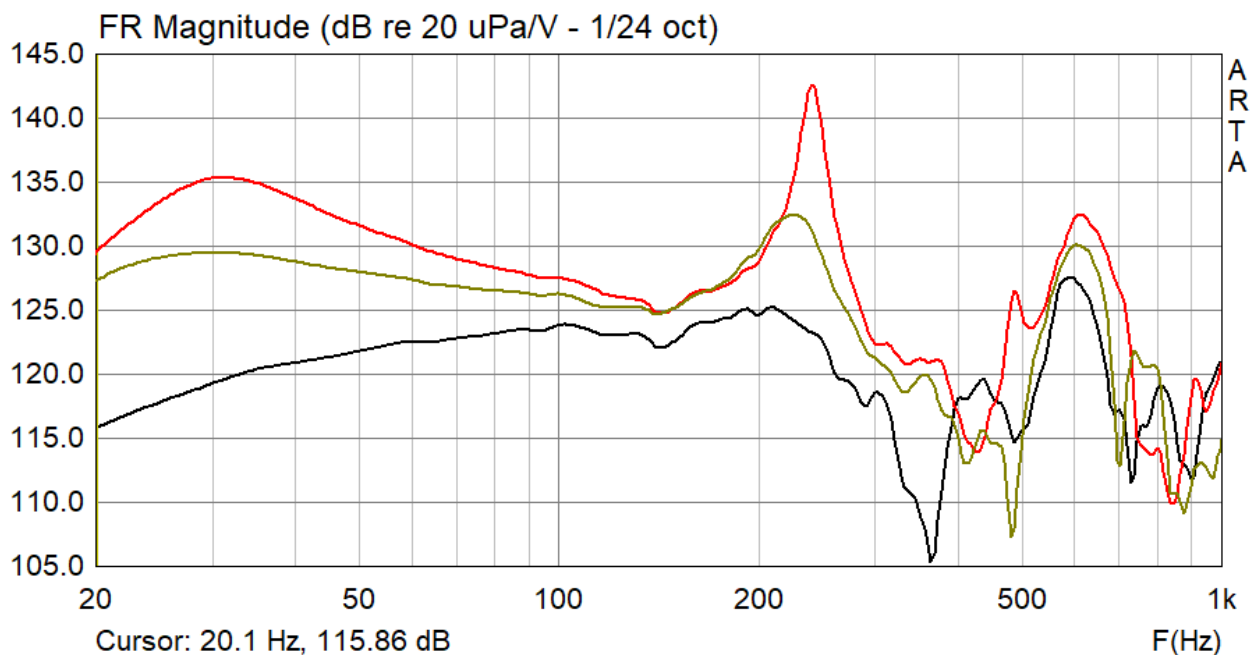


Um Nuancen an Unterschieden der jeweiligen Messtechnik, -umgebung und -methodik darstellen zu können, hat das Testobjekt imstande sein sollen, einen möglichst breiten Frequenzbereich äußerst signaltreu wiederzugeben.

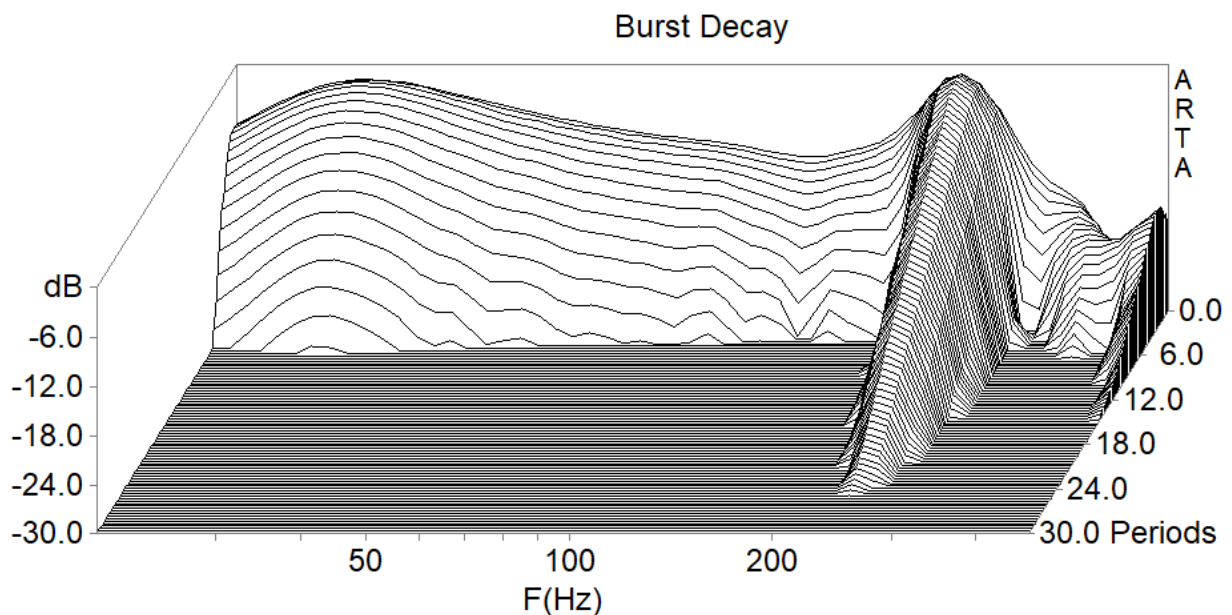
Dies wurde u.a. durch eine tiefe (BR-)Abstimmung erreicht, welche, bei praktikablen Querschnittsflächen, in einem sehr langen Bassreflexkanal resultiert.

Durch Bedämpfung wurden zudem Gehäuseresonanzen, als auch Eigenresonanzen des Bassreflexkanals, unterdrückt.

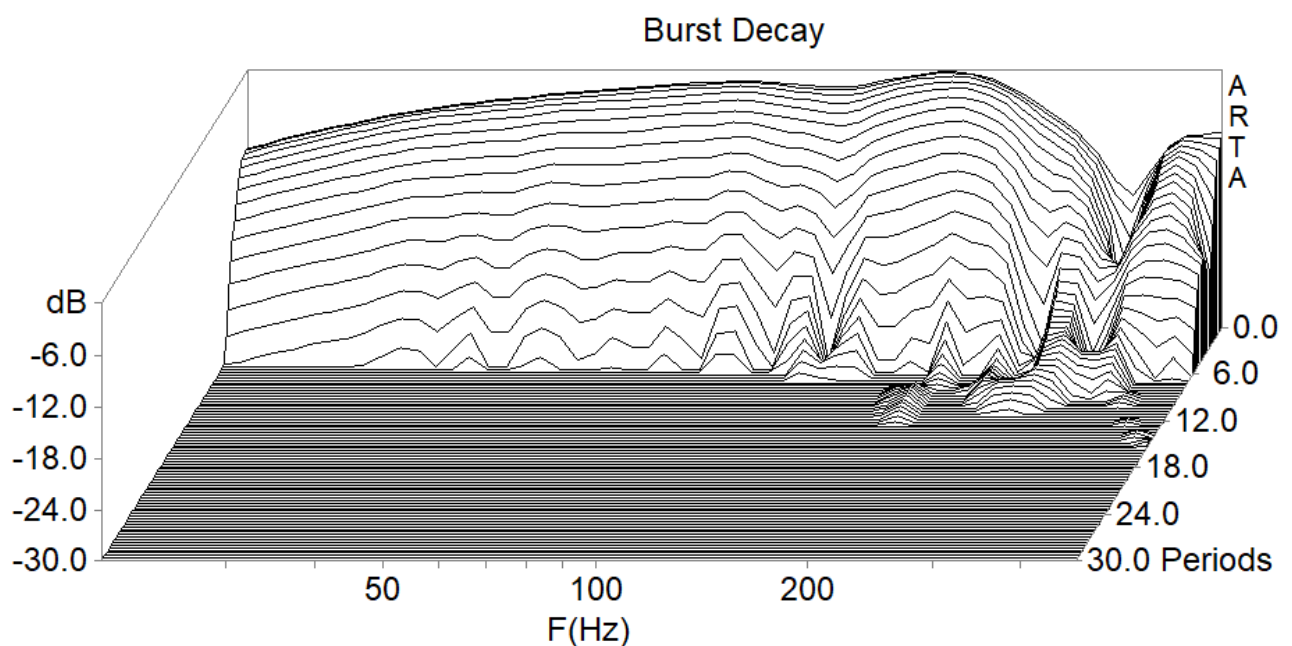
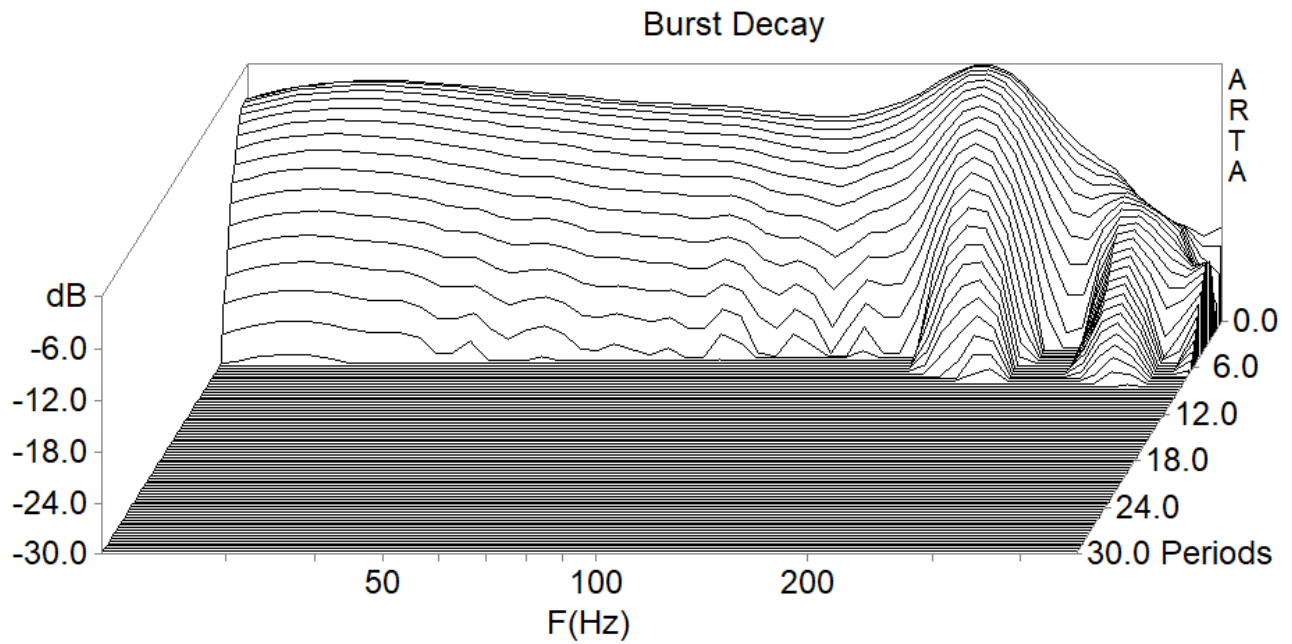
Zur Bedämpfung des BR-Kanals wurde eine volle Füllung mit Dämmwolle (nicht abgebildet), als auch eine teilweise (auf voriger Seite abgebildet) versucht. Messtechnisch stellen sich diese wie folgt dar – Frequenzgang Nahfeld rot un-, goldgelb teil-, schwarz voll bedämpft:



Wasserfalldiagramme erste Grafik keine, zweite teil-, dritte volle Bedämpfung:





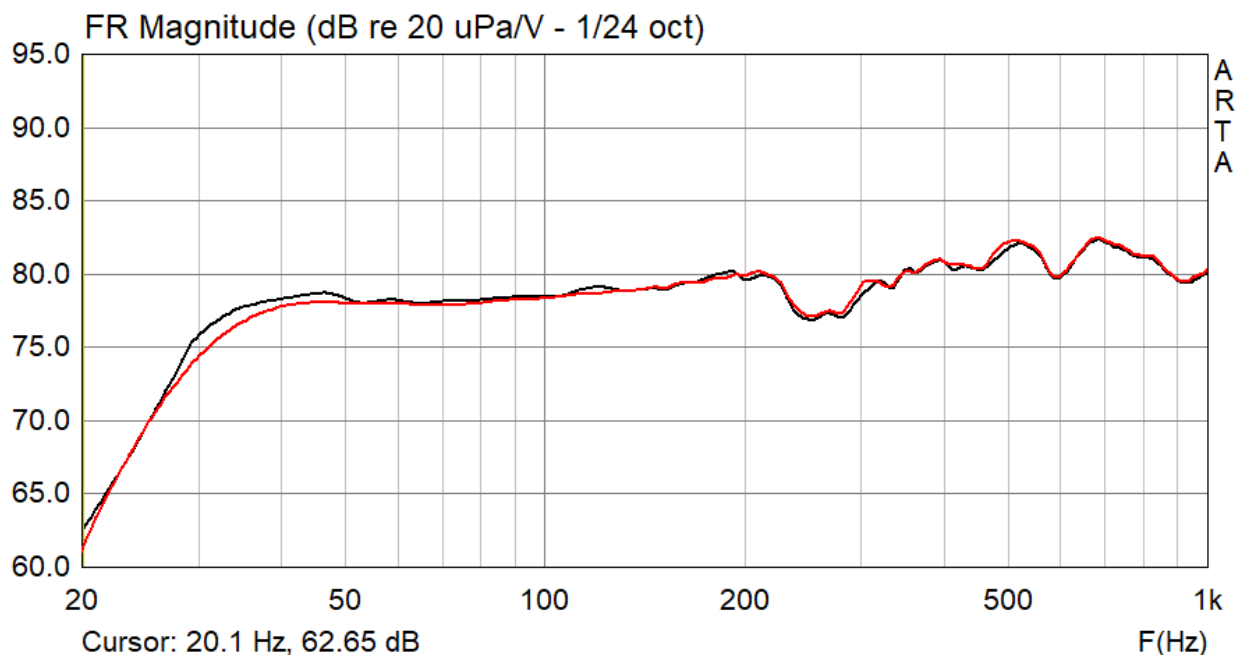


Im leeren Kanal schlägt die Porteigenresonanz @ ~250 Hz ungehemmt durch. Bei der teilbedämpften Variante ist sie noch sichtbar, jedoch mit deutlich geringerer Güte, und so im Wasserfalldiagramm nicht mehr durch störend langes nachschwingen feststellbar. Beim vollständig mit Dämmwolle gefüllten Kanal ist die Resonanz vollkommen eliminiert.

Die Bedämpfung ist leider mit einem Verlust an Schalldruckpegel an der, bzw. um die Tuningfrequenz verbunden. Die teilbedämpfte Variante stellt, wie zu sehen, einen, je nach Anspruch, akzeptablen Kompromiss dar; der Pegelverlust wurde beim Testobjekt via Entzerrung im DSP des Aktivmoduls kompensiert. Die vollbedämpfte Variante ist in dieser Hinsicht unbrauchbar – der Port verliert größtenteils seine Funktion.

Bei gewinkelten Bassreflexkanälen würde man intuitiv bei Großsignal ggf. Behinderung der Strömung durch den „Knick“, und somit eine Einschränkung im Max. SPL, erwarten.

Zur Diagnose wurde eine Frequenzgangmessung, Anregung Sinussweep, bei Kleinsignal (2,83V = 1 Watt) schwarz vs. Großsignal (22,64V = 64 Watt) rot, Kurven manuell übereinander gelegt, durchgeführt. Ein Einbruch der Großsignalkurve @ fb (~30 Hz) würde Portkompression indizieren:



Geringe, essentiell irrelevante Portkompression im Bereich <1 dB SPL ist feststellbar. Diese kann jedoch (auch) von der Bedämpfung des Kanals, welche die Strömung in diesem ebenfalls sicherlich gewissermaßen behindert, herrühren.

Relevante, direkt diesem zuordbare Nachteile sind keine ermittelbar, weshalb man gewinkelten Ports daher eine uneingeschränkte Empfehlung aussprechen kann.

## 10. Fazit / Schlusswort

Das erhoffte Ziel eines statistischen Mittels mit hoher Deckung von mehreren Datensätzen, konkret 3 von 5, bei der Frequenzgang-/Wirkungsgradmessung, wurde erreicht. Ein externer Abgleich (Pt. #9) eines Teilnehmers in diesem Mittel bestätigt weiter, dass dieses, geringe unvermeidliche verbleibende Toleranzen vernachlässigt, die korrekte Messung darstellt. Auch die weiteren 2 Teilnehmer wichen nur in Teilbereichen geringfügig bis moderat von diesem Mittel ab; sie haben anhand dieses Vergleichs nun wertvolle Anhaltspunkte zur weiteren Verbesserung gesammelt.

Der Klirr des in dieser Hinsicht sehr fordernden Testobjekts konnte nur von 1 von 4 Teilnehmern komplett aussagekräftig erfasst werden.