



### Transmission Line

Über die Transmission Line (TML) wird viel diskutiert. Es gibt klare Befürworter genauso wie diejenigen die diese Bauform strikt ablehnen. So einfach ist es jedoch nicht.

Beiden Funktionsprinzipien liegt die Nutzung des rückwärtigen Membranschalls zu Grunde. Dabei wird auf der Zeitachse der Wiedergabe eine Phasenverschiebung um 180 Grad, Verzögerung, erzeugt. Bei der TML erfolgt dies über eine Viertelwellen Umwegleitung währenddessen beim Bassreflexlautsprecher ein Masse Feder System die Verzögerung bewirkt. Die Zeitverzögerung ist in beiden Fällen gleich.

Da die TML ein größeres Gehäuse benötigt, ergibt sich natürlich die Frage, wieso sollte ich eine TML bauen wenn ich mit Bassreflex die gleiche Wirkung erreiche?

Die Antwort lautet: Es ist nicht die gleiche Wirkung. Obwohl beide Systeme auf die berechnete Tuningfrequenz abgestimmt werden, bildet Bassreflex (BR) noch eine zweite Frequenz, nämlich die Rohrresonanz. BR Rohre sind durchschnittlich 15 cm lang. Aufgrund der Rohrlänge bildet sich im Rohr eine Halbwelle von 1133 Hz. Da unser Gehör um 1000 Hz sehr empfindlich ist, stört diese Frequenz. Man behilft sich mit rückwärtiger Anbringung des BR Rohres. Der damit verbundene Nachteil einer Schallreflexion an der Zimmerwand bleibt bestehen.

Ein zweiter Nachteil liegt im Widerstand des Rohres für die Schallausbreitung. Mit steigender Lautstärke klingt BR nicht mehr so frei wie die TML.

Zugegeben es ist Jammern auf hohem Niveau, BR hat sich weltweit etabliert. Da sich professionelle Hersteller nur selten an die TML wagen, bleibt es immer noch ein lohnendes Betätigungsfeld für den Selbstbau.

### Die Chassis

Es handelt sich um zwei Chassis der Revelator Serie von Scan Speak.

Interessant, aber auch selten eingesetzt, ist die 19 mm Gewebekalotte. Das ist deshalb so interessant, da Scan Speak ansonsten überwiegend 25 mm Gewebekalotten anbietet.



Die 19 mm Kalotte bietet einen linearen Frequenzgang bis 40 kHz an und unter Winkeln ist kaum ein Abfall zu verzeichnen. Allerdings wird der Einsatz erst ab 3500 Hz empfohlen. Selbst unser 5 Zoll Tiefmitteltöner bündelt hier schon deutlich.

Die 92 dB Kennschalldruck sind dagegen schon beachtlich. Weitere Highlights sind der patentierte symmetrische SD-2

Antrieb mit einem Neodym Ringmagneten, doppelt ventiliert.

Den Abschluss bildet eine elektrolytisch behandelte Alu-Platte.



Auch der Tiefmitteltöner gehört zur Oberklasse der Chassis. Unser Anspruch bestand darin aus einer Vielzahl von TML geeigneten Chassis das optimale auszusuchen. Gefordert wurden, eine tiefe Resonanzfrequenz, eine Güte oberhalb von 0,4, möglichst linearer Frequenzgang eine obere Einsatzfrequenz über 5 kHz. Für eine hohe Güte sind 8 Ohm Chassis besser als 4 Ohm Chassis geeignet. Dabei muss man notgedrungen einen geringeren Kennschalldruck in Kauf nehmen. Da Verstärkerleistung

aber heute kein Thema mehr ist, kann man gut damit leben.

Die wichtigsten Parameter unserer Wahl sind:

### 15W/8530K01

Nennimpedanz: 8 Ohm

Gesamtgüte: 0,5

Membranfläche: 95 cm<sup>2</sup>

Max. Power: 70 Watt

Kennschalldruck: 84,5 dB

max. Einsatzfrequenz: 6000 Hz

Resonanzfrequenz: 38 Hz

Zusätzlich ist eine Besonderheit sofort auffällig. Die Membran ist mit einer klebrigen Flüssigkeit beschichtet. Es macht den Eindruck als ob man auf diese Art und Weise die Resonanzfrequenz ein wenig reduziert hat.

## TML Berechnung mittels AJ Horn

Die Berechnung erfolgt überschlagsmäßig. Mit dem Bau des Gehäuses wird vielfach noch eine Anpassung, Änderung erforderlich, die nur einen kleinen Einfluss auf den Klang hat, jedoch die Box erst wohnzimmertauglich macht. Wir müssen uns von dem Gedanken befreien, dass nur ein millimetergenau gebautes Gehäuse optimal klingen kann. Bei einer TML sind kleine Abweichungen nicht relevant.

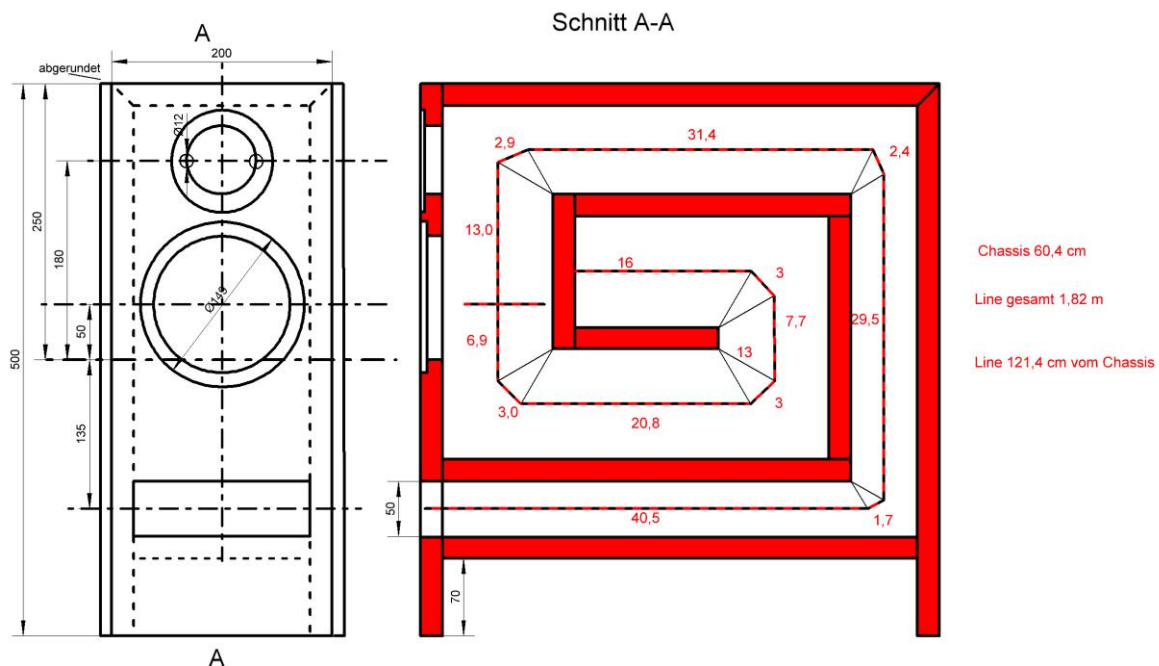
Ausgangspunkt ist die Resonanzfrequenz des Chassis von 38 Hz. Da die Abstimmung nicht mit der Resonanzfrequenz übereinstimmen sollte, rechnen wir 48 Hz.

Die Wellenlänge beträgt dann:  $340 \text{ m/s} / 48 / \text{s} = 7,2 \text{ Meter}$ , davon  $\frac{1}{4} = 1,77 \text{ m}$  rund 1,8 m.

Das Chassis selbst ist bei  $\frac{1}{3}$  der Line Länge anzubringen, also bei 60 cm.

Der Anfangsquerschnitt der Line sollte ca.  $2 \times S_d$  betragen, also rund 200 cm<sup>2</sup>.

Der Mündungsquerschnitt errechnet sich aus der Verjüngung, die bei uns 2,5 beträgt. Es folgt  $200 \text{ cm}^2 : 2,5 = 80 \text{ cm}^2$ .

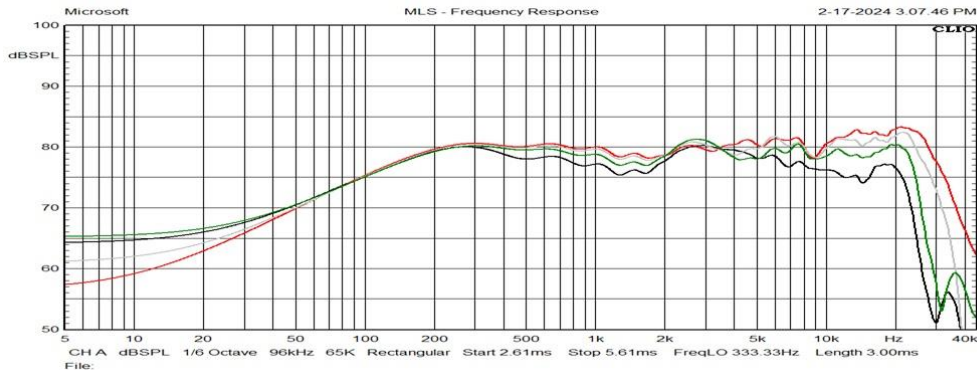


Danach ist etwas Probieren angesagt, um die Line im Gehäuse unter zu bringen. Insbesondere die Chassisposition sollte ziemlich genau bei  $\frac{1}{3}$  der Line Länge liegen. Das ist uns bedingt gelungen.

## Die Frequenzweiche

Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, dass ideale Bemessung der Frequenzweiche schon ein harter Brocken war und längere Hörrunden erforderte. Was war geschehen? Der Mittelton kam zu kurz, obwohl der axiale Frequenzgang linear war.

Der Fehler lag einfach darin das Bündelungsverhalten des 5 Zöllers zu unterschätzen.

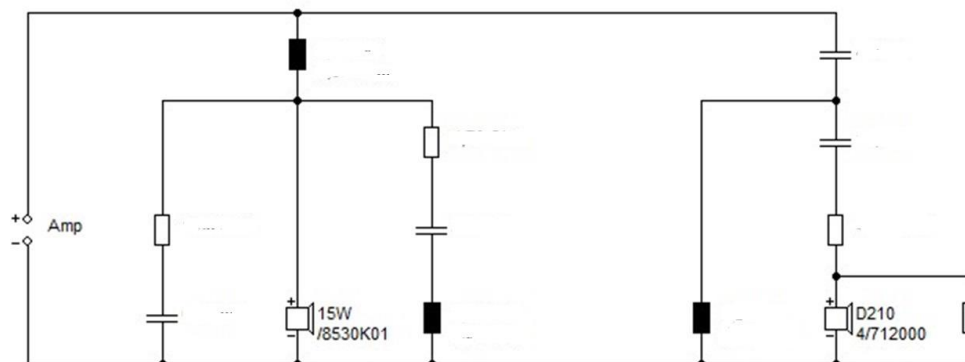


Während die Kalotte bei 3 kHz unter Winkeln beinahe linear abstrahlt, geht der TMT zwischen 1000 Hz und 2 kHz in eine Senke.

Nach dieser Erkenntnis haben wir den Saugkreis für den Baffle Step etwas geschwächt und die Trennfrequenz ein wenig tiefer gelegt.

Alles Weitere war reine Fleißarbeit. Die Frequenzweiche sollte möglichst unkompliziert sein, daraus folgt eine 12/18 dB/Okt. Abstimmung.

Folgende Schaltung fand Anwendung:



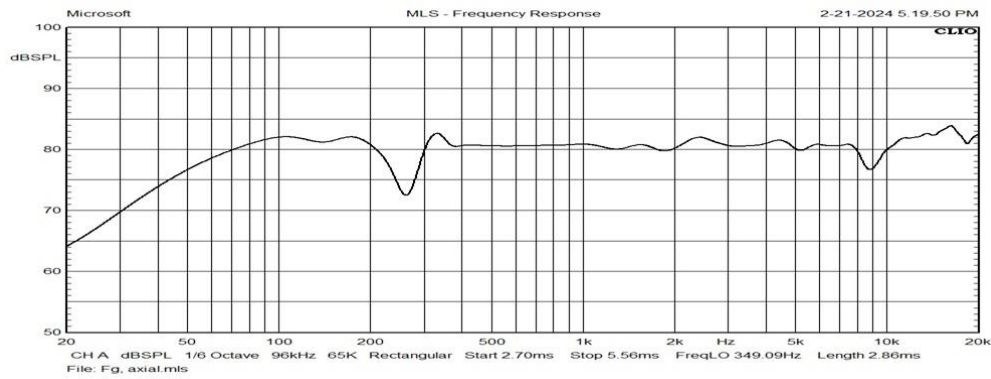
Die Serien- und Parallelspeule ist in Backlackausführung, bei der Spule für den Saugkreis erachteten wir das nicht für erforderlich. Die Hochtonkondensatoren sind in der EVO Ausführung, im Tiefton handelt es sich um MCAP.

## Technische Daten

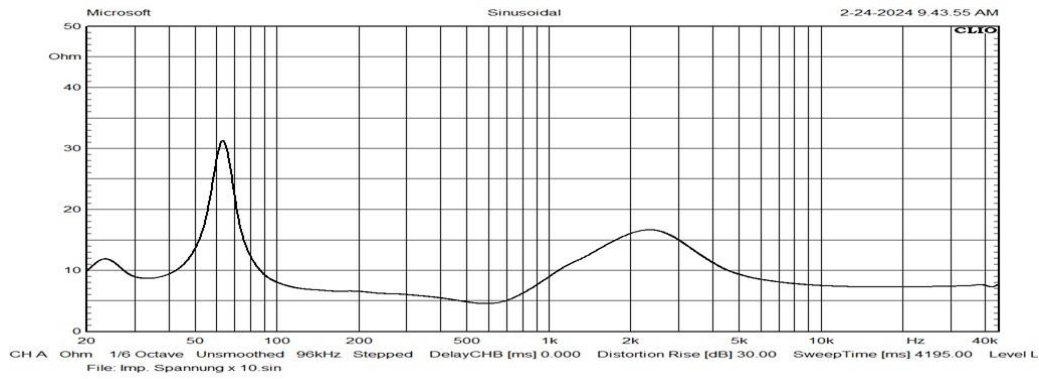
Nennimpedanz:	8 Ohm
Belastbarkeit :	60 W
Prinzip:	2 Wege Transmission Line
Abstimmfrequenz:	35 Hz
Übertragungsbereich (f8):	40...40000Hz
Schalldruck 2,83V, 1m:	82 dB
Trennfrequenz:	3500 Hz
Frequenzweiche:	12/18 dB
Max. Schalldruck:	100 dB (200 Hz...8000 Hz)
Maße:	200 x 500 x 450mm (BxHxT)

# Messungen

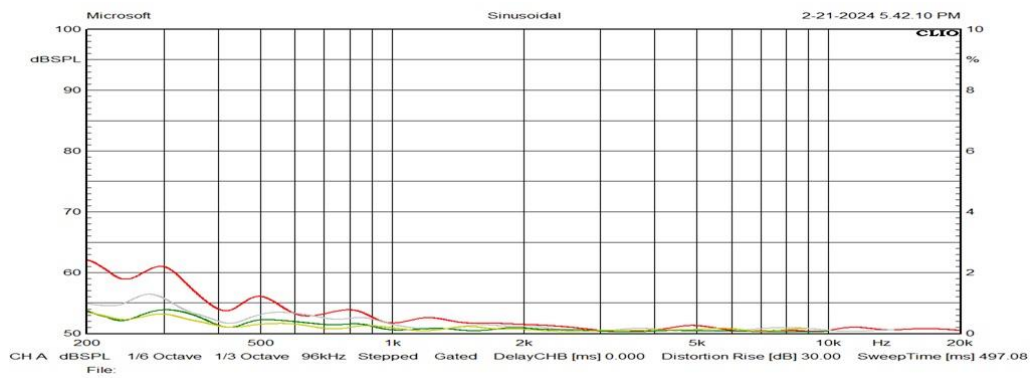
## Frequenzgang:



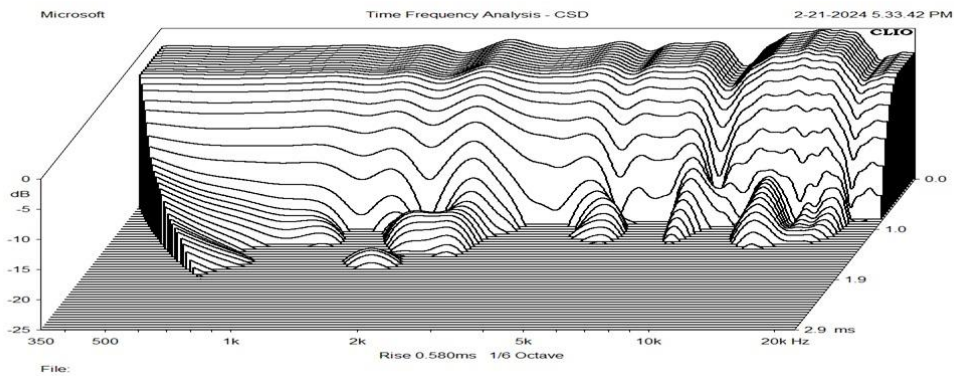
## Impedanz:



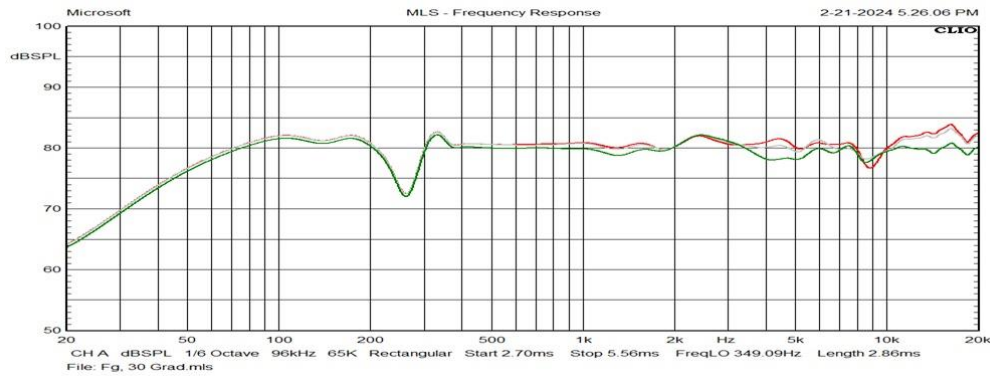
## Klirr bei 85 dB:



## Wasserfall:



## Frequenzgang unter Winkeln:



## Messergebnisse

Die axialen Messungen des Frequenzganges zeigen ein sehr lineares und ausgewogenes Verhalten. Das TML Loch ist systembedingt und auch bei üblicher Wiedergabe nicht hörbar. Im Hochtton ist eine Senke bei 9 kHz zu verzeichnen, deren Ursache wir bisher nicht klären konnten. Im Stimmenbereich ist die Wiedergabe sehr linear. Unter Winkeln zeigt der Kalottenhochtöner ein sehr breites Abstrahlverhalten auf.

Der Klirrfaktor liegt im Mittelton unter 0,5%. Der K2, in unserem Fall rot, ist ebenfalls sehr gut, ein Anstieg zum Tiefton ist normal und nicht auffällig. Da der K2 ein harmonischer Oberton ist, wird dieser als angenehm und warm klingend empfunden. Auch das Wasserfalldiagramm ist tadellos und zeigt ein kurzes Ausschwingen. Bei der Qualität dieser Chassis ist es auch nicht anders zu erwarten.

## Klang

Der Lautsprecher klingt im Bass etwas anders als eine gleichwertige Bassreflexbox. Bei mehreren Hörversuchen wurde eingeschätzt, dass ein tieferer Klang vernommen wurde, als es durch die Messungen zu erwarten gewesen wäre. Besonders vorteilhaft erweist sich die Öffnung der Line auf der Front des Gehäuses. Selbst bei kurzem Hörabstand zerfällt das Klangbild nicht. Eine Beeinflussung durch Raumwände ist nicht gegeben. Im Mittel- und Hochttonbereich strahlt der Lautsprecher sehr breit ab. Einerseits kann man sich vor dem Lautsprecher bewegen, ohne Änderungen der Wiedergabe wahrzunehmen. Der Vorteil der breiten Abstrahlung sollte jedoch in einem gut gedämpften Raum genutzt werden. Hell klingende Räume sind hier weniger geeignet. Also ein spärlich eingerichteter Hörraum mit schallhartem Boden und einer hohen Nachhallzeit ist in diesem Fall weniger geeignet. Ideal sind die TML Boxen für Räume um 25 qm.