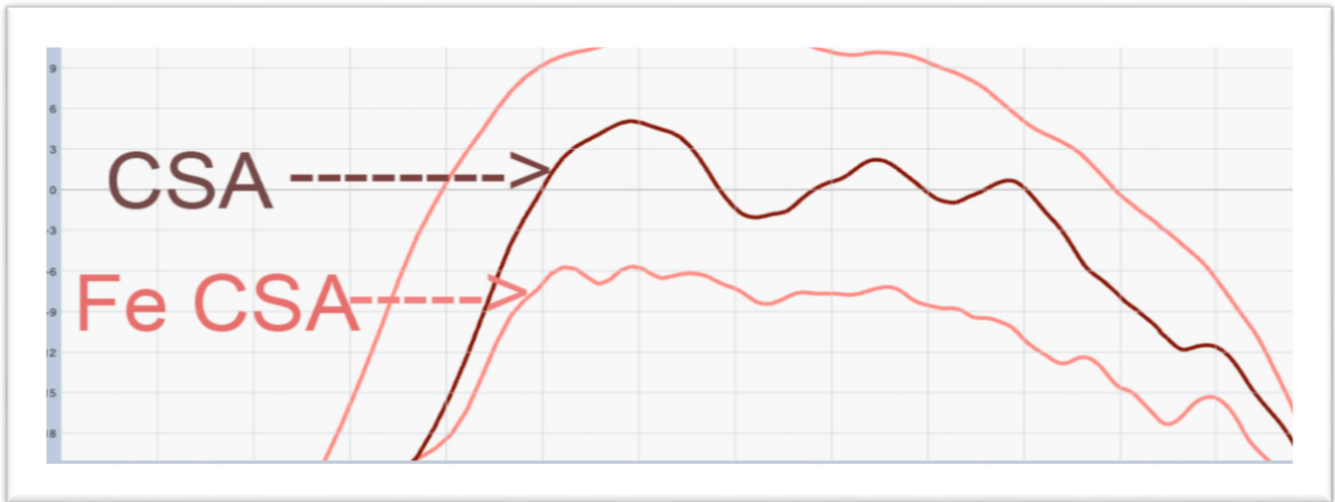


Frequency Enhanced Cardioid Subwoofer Array (Fe CSA)



Ich bin kein großer Freund von Cardioid Subwoofer Arrays. CSA haben die unangenehme Eigenschaft im Schallfeld destruktive Interferenzen zu produzieren, d.h. zu dem Vorteil, hinter der Lautsprecheranordnung stark gedämpfte Schall Emissionen zu ermöglichen gesellt sich leider der große Nachteil, im Schallfeld nach vorne eine ungleichmäßige Pegelverteilung mit frequenzabhängigen "Nebenkeulen" und schlechteren Impulsverhalten zu erkaufen. Aus diesen Gründen verzichte ich, wenn immer es geht auf eine CSA Anordnung und versuche zunächst mit Endfired Anordnungen einen Kompromiss herbeizuführen. Manchmal zwingen uns aber äußere Umstände zu schlechterer Audioqualität, wenn z.B. Emissionsschutz Auflagen uns dazu nötigen definierte Schalldruckpegel nicht zu überschreiten. Dieser Umstand ist dem ohnehin dicht besiedelten Land und der gewünschten Nähe zum Wohnort der Gäste geschuldet. Den Veranstalter möge der umsichtige Tontechniker jedoch gerne darauf hinweisen, dass "hinter der Bühne leiser" auch "vor der Bühne schlechter" bedeutet. Bei Veranstaltungen mit Anwohnern im Umfeld helfen aber oft nur CSA Anordnungen. Ein Grund mehr es so gut wie möglich zu machen. Im folgenden möchte ich eine Methode aufzeigen die ebenso einfach wie effektiv ist. Das Hersteller diese Methode bei der Preset Erstellung anwenden ist obligatorisch, hierbei ergibt sich natürlich eine "Zwangsaufstellung" passend zum Preset. Trotz offensichtlicher Logik habe ich noch niemanden getroffen der dies bei der manuellen Einrichtung auf Produktionen, welche zwangsläufig erforderlich ist, wenn entweder das Preset oder die Aufstellung nicht passend sind, so macht. ...ein Grund mehr es einfach mal aufzuschreiben.

TK AUDIO

Übliche Praxis bei der CSA Einmessung

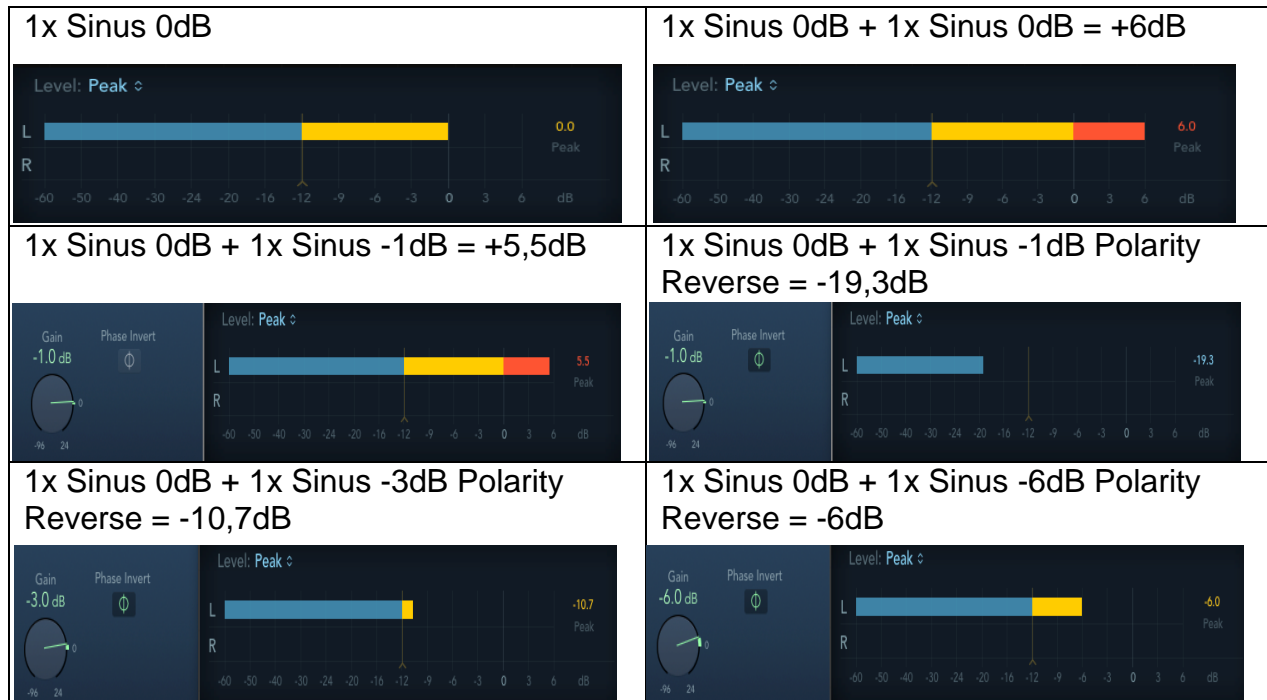
Typischerweise wird folgende Methode bei der CSA Einmessung angewendet:

1. Messmikrofon hinter der Subwoofer Anordnung platzieren.
2. Messsignal nur über die vorderen Lautsprecher wiedergeben und die Messung als "Referenz" speichern.
3. Das Delay im Referenzkanal des Messsystems bleibt unangetastet und gleich zur ersten Messung.
4. Nun das Messsignal nur über den hinteren Lautsprecher wiedergeben und im Zuspießpfad des hinteren Lautsprechers ein Delay hinzufügen, bis der Phasenfrequenzgang im Durchgang der Hauptenergie optimal auf den des als Referenz gespeicherten Signals von vorne passt.
5. Anschließend die Polarität des hinteren Kanals invertieren.
6. Zu guter Letzt den Pegel des hinteren Lautsprechers an den des vorderen Signals optimal anpassen.
7. FERTIG!

Jeder Systemtechniker beherrscht diese Methode im Schlaf und hat sie wahrscheinlich 100 mal öfter angewendet als ich und Du fragst Dich wahrscheinlich grade "...was will der jetzt von mir?"

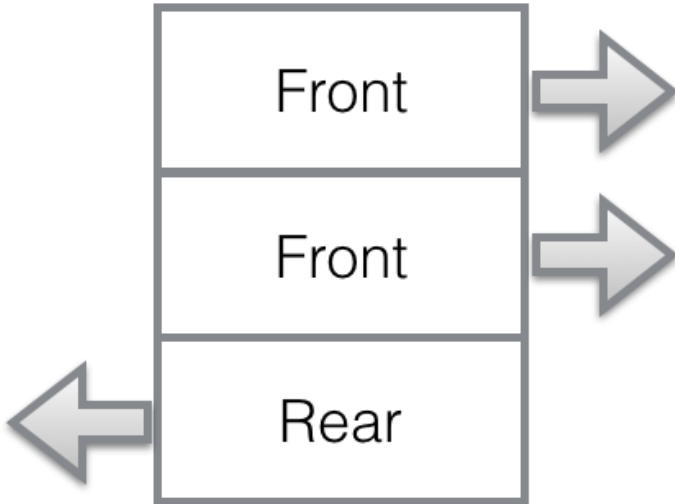
Das Geheimnis für ein richtig gut funktionierendes CSA ist in Punkt 6 versteckt. Zwei um 180° phasenverschobene Signale löschen sich nur zu 100% aus wenn die Pegel absolut identisch sind. Eine Pegeldifferenz von 1dB führt dazu, dass der resultierende Pegel nach Addition ca. 20dB unter dem Eingangspegel eines Signals liegt. Da der Frequenzgang des vorderen Lautsprechers an der hinteren Position i.d.R. nicht dem des Frequenzgangs des hinteren Lautsprechers an der hinteren Position entspricht (insbesondere bei gestackten Anordnungen) führt das zwangsläufig zu Pegeldifferenzen über den Arbeitsbereich. Hinzu gesellen sich, grade bei Indoor Anwendungen, Reflexionen und Diffusschall ohne passenden Phasenbezug, diese lassen sich natürlich nicht in die Optimierung einbeziehen und stellen eher eine konstante Störquelle dar

Exkurs in die Pegelrechnung



Wie wir sehen muss man bei der Einrichtung von CSA Setups höllisch aufpassen, dass die Rear Pegel möglichst exakt auf die dort anliegenden Front Pegel passen. Differenzen von 0-1dB führen zu Auslöschungen von $-\infty$ bis -20dB. Erhöht man die Toleranzen auf 3dB schaffen wir nur -10dB Dämpfung. Beträgt der Pegel des hinteren Subwoofers -6dB relativ zum vorderen, erreicht man nur noch -6dB Dämpfung, schaltet man in diesem Fall die vorderen Quellen ab, so ändert sich am hinteren Pegel nichts.

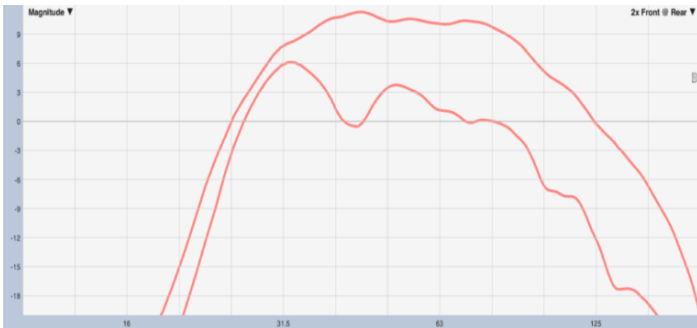
Messungen am Objekt



Auf dieser Beispiel Anordnung basieren die folgenden Messungen, welche in den akustisch denkbar ungünstigsten Bedingungen erstellt wurden. ...also im Grunde realistische Bedingungen □

Die Messungen wurden auf 1/3 Oktave gemittelt, die Skalierung beträgt +12 bis -20dB, jedes Kästchen sind 3dB.

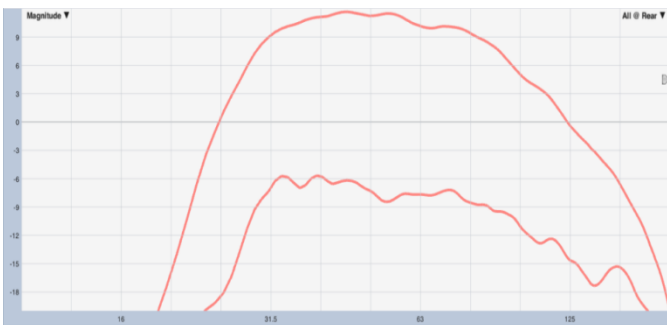
2x Front@Front vs. 2x Front@Rear



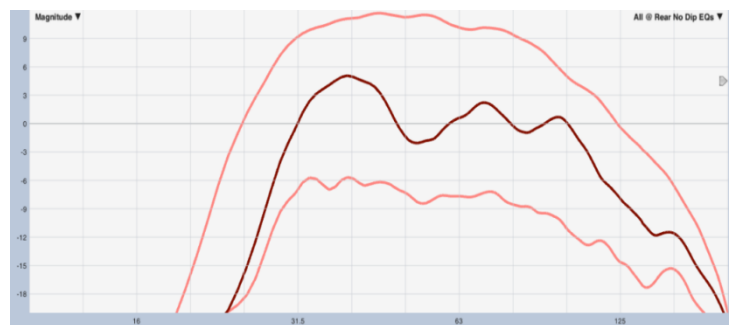
2x Front@Rear vs. Rear@Rear EQed



All@Front vs. All@Rear EQed



All@Front vs. All@Rear EQed vs. All@Rear not EQed



Es ist eine Tatsache, dass eine Frequenzgangs Entzerrung des Rear Subwoofers in dieser Situation eine um bis zu 10dB bessere Rückwärtsdämpfung ermöglicht. Der Grund hierfür liegt in der Pegeldifferenz über den Frequenzgang der Front Subwoofer an der Rear Position, im Vergleich zum Rear Subwoofer an der gleichen Position. So führen z.B. Pegeldifferenzen im Frequenzgang von 1dB zu resultierenden Pegeln von -20dB statt einer vollständigen Auslöschung. Natürlich unter der Annahme, dass die Phasenfrequenzgänge perfekt um 180° verschoben sind, was erstens auch nicht der Fall ist und zweitens durch die hinzugefügten Filter wiederum beeinflusst wird. Der Aufwand bei der Einrichtung ist etwas höher, jedoch wird man mit drastisch besseren Ergebnissen belohnt.

Im Grunde erzähle ich ja hier nichts Neues und Pegelrechnung gehört ja auch zum Standardrepertoire des Tontechnikers. Allerdings bin ich auf den unzähligen Produktionen noch niemandem begegnet der dies so gemacht hat. *...aber ich hab ja auch noch nicht alle Systemtechniker getroffen* □

Zur Unterscheidung der Methoden bei der Einrichtung von Cardioid Subwoofer Konfigurationen schlage ich vor, diese Methode "**Frequency Enhanced Cardioid Subwoofer Array**" [**Fe CSA**] zu nennen.