

## Anregung der Raum-Moden und Mitschwingen von Wänden bei einem *großen* oder *2 kleineren* Subwoofern (und weitere Betrachtungen zu Woofern).

**Grundgedanken zur Entscheidungsfindung, ob man besser *einen großen* oder *zwei kleinere* Woofer einsetzen sollte. Einige Überlegungen und Erfahrungswerte:**

In den meisten Räumen gibt es (je nach Raumgröße und -Geometrie) drei "dominante" Schalldruck-Überhöhungen zwischen etwa 25 und 80 Hz, die auf dem "Luftweg" (also ohne Körperschall-Übertragung) die Wände und Zwischendecken besonders stark zum Schwingen anregen.

Sie lassen sich einfach ausrechnen: Schallgeschwindigkeit geteilt durch die doppelte Raumlänge, Raumbreite oder Raumhöhe. (Für einen Raum mit 6 m Länge also:  $343 \text{ m/s} : 12\text{m} = \mathbf{28,6 \text{ Hz.}}$ )

Diesen Überhöhungen kann man am wirkungsvollsten durch den Einsatz *mehrerer* Subwoofer in Verbindung mit großen Absorbern begegnen, was aber recht mühselig ist und viel Feinarbeit erfordert.

Mit *zwei* Woofern, die links und rechts neben den Hauptlautsprechern aufgestellt sind, werden die „Lateral-Moden“ (also: links / rechts) stark reduziert, weil sich dabei eine Wellenfront bildet, die den Raum von vorn nach hinten ohne große seitliche Wand-Reflexionen durchläuft.

---

Außer den üblichen Woofer-Aufstellungsempfehlungen „*vorn neben den Hauptlautsprechern*“ gibt es einen Geheimtipp von David Griesinger. Er ist wohl der "Oberguru" der "*Bassausbreitung in geschlossenen Räumen*" und schlägt als Platzierung für *zwei* Woofer jeweils links und rechts neben dem Hörplatz vor.

Hier der Text - aber Vorsicht! - das Dokument setzt gute Englisch-Kenntnisse voraus und hat 16 Seiten!

<http://world.std.com/~griesngr/multichan.pdf>

---

Das absolut „machbare Maximum“, das „double bass array“ das allerdings vorerst noch sehr aufwändig ist, wird hier beschrieben: <http://www.nubert.de> à Wissen à Basswiedergabe

(In der Praxis gibt es aber eine Reihe „Kompromisslösungen“, mit denen man eine gute Annäherung an das Optimum erreichen kann.)

---

Für **Surround-Effekte** ist die beste Aufstellung einfach die, die am meisten Spass macht.

Für **HiFi-Wiedergabe** sieht es etwas anders aus. Dazu etwas über die Technik, wie wir es mit der nuWave 125 gemacht haben: [http://www.nubert.net/g-nubert/Standlautsp\\_m\\_mehrerenTT.pdf](http://www.nubert.net/g-nubert/Standlautsp_m_mehrerenTT.pdf)

---

### Störung der Nachbarn:

Wir haben die Erfahrung gemacht, dass die gleichen Maßnahmen, die zu gleichmäßigerer Verteilung der Bässe in einem Raum führen, ebenfalls die Vibrationen der Wände – und damit Störungen von Nachbarn – reduzieren.

### Bedeutung der unteren Grenzfrequenz:

Es wurde uns schon öfters die Frage gestellt, wie „wichtig“ 20 Hz (relativ zu 35 Hz) überhaupt sind! - Klar ist, dass man bei 20 Hz *in großen Räumen* kräftige Probleme bekommen kann. (*Vor allem*, wenn die Raum-Länge etwa 8,5 m beträgt; - das entspricht der „ersten Längsmode“ bei 20 Hz; - also einer Schall-Wellenlänge von 17 m.)

In *kleinen* Räumen gibt es bei so tiefen Frequenzen keine stehenden Wellen - dafür sitzt man bei Woofern mit sehr tiefreichendem linearen Frequenzgang sozusagen in "einer Druck-Kammer" und hat dann einen umso stärkeren Pegelanstieg, je tiefer die Frequenz wird.

In kleineren Räumen wäre also ein „Tiefbass-Klangregler“ sinnvoll, der eine einstellbare Steilheit zwischen 6 und 12 dB/oct. und einstellbare Eckfrequenz (z.B. 30 bis 50 Hz) hat. Ansonsten sind die Probleme eher geringer als in großen Räumen.

### „Schnelligkeit“ der Basswiedergabe:

Eine weitere Frage wäre hier die Hörbarkeit von "group delay" (Signal-Durchlaufzeit in Abhängigkeit von der Frequenz).

Ein Woofer, der bis 20 Hz runtergeht, hat bei 35 Hz deutlich "weniger" Signal-Durchlauf-Zeit, als ein Woofer, der "nur" bis 35 Hz hinab reicht. – Weil Frequenzen unter 35 Hz recht selten vorkommen, kann er also "schneller" und "präziser" klingen.

Die „subjektiv dominante“ Quelle von hörbarer Signalverzögerung liegt aber offenbar nicht so sehr *im group delay-Anstieg bei der unteren Grenzfrequenz* (die in „reinen Zahlenwerten“ am höchsten ist), sondern in der *steilen Filterung* zwischen Woofer und Satelliten. Typische Filter 4. Ordnung (24dB/oct.) bewirken bei 80 Hz Trennfrequenz im Bassbereich eine Verzögerung des Summensignals von knapp 7 Millisekunden. Dadurch werden die Woofer (und die Bassanteile der Satelliten!!) um etwa 2 m „entfernter“ geortet, als sie wirklich aufgestellt sind. Bei Aufstellung „1 bis 2 m näher“ als die main-speaker gibt es gewisse Laufzeit- und Phasenprobleme zwischen Woofer und Satellit. Trotzdem ist das klanglich durchaus erlaubt; - oft sogar vorteilhaft, wie oben beschrieben (Griesinger).

Jedoch sind die Verzögerungen *weit größer*, wenn man die noch steilere Filterung einsetzt, wie sie im Bassmanagement der meisten Surround-Receiver am Ausgang „Sub Pre Out“ (bzw. LFE) vorgenommen wird.

### Schlussfolgerung:

Insgesamt würde ich persönlich lieber *2 kleinere* Woofer als *einen* größeren bei mir installieren. (Noch lieber natürlich *2 größere*, falls sie problemlos unterzubringen sind. Am besten: ein „double bass array“ mit je 2 größeren Woofern vorn und hinten.)