

Mehr als zwei Lautsprecher im Raum!

Im Rahmen der zunehmenden Verbreitung von Mehrkanaltonanlagen (Heimkinoanlagen) wird auch der Einsatz von zusätzlichen Subwoofer-Einheiten zur Ergänzung der Tieftonwiedergabe immer beliebter. Neben Fragen zu dessen elektrischer Ansteuerung treten vor allem auch ganz praktische Gesichtspunkte in den Vordergrund. Wohin mit dem Ding? Es müssen ja schon fünf oder auch mehr (6.1/7.1) Lautsprecher im Raum sinnvoll und einigermaßen ästhetisch untergebracht werden. Wie sieht also die übliche Aufstellungsvariante für eine Mehrkanalanlage mit Subwoofer aus? Ist doch ganz klar! Die Hauptlautsprecher vorne im klassischen Stereodreieck, in der Mitte dazwischen der Center und hinten Links und Rechts die rückwärtigen Kanäle. Der Subwoofer am besten vorne zwischen die Hauptlautsprecher irgendwo an die Wand - kommen zwei Subwoofer zum Einsatz, dann direkt neben/hinter die Hauptlautsprecher. Lautstärke und Entfernung der Lautsprecher lassen sich dann ja im guten Decoder einstellen. Diese Varianten werden auch für sehr hochwertige Anlagen praktiziert.

In unserer alltäglichen und umfangreichen Auseinandersetzung mit der Akustik eines Raumes treffen wir immer wieder auf diese oder vergleichbare Methoden. Um einige Anregungen zur Auseinandersetzung mit dem Thema "Aufstellung der Lautsprecher" einer Mehrkanalwiedergabekette, hier speziell Subwooferpositionierung zu geben, möchten wir nachfolgend die Situation etwas näher beleuchten.

Grundsätzlich sollte man zu Beginn einmal zwei beeinflussende Faktoren trennen. Einerseits die zugeordneten, elektrischen Signale, die auf die jeweiligen Lautsprecher gegeben werden und andererseits die Situation im realen Raum mit seiner Akustik.

Lassen Sie uns mit den ersten Punkt beginnen. In welcher Form sind die Effekte bzw. Signale eigentlich auf den einzelnen Kanälen z.B. der DVD oder Mehrkanal-SACD enthalten? Liegt im Baß ein Mono-, Stereo- oder Mehrkanalsignal vor (in der Fachsprache: wie hoch ist die Korrelation der Signale?), hat der Tonmeister auf den separaten Baßkanal (LFE) einen zusätzlichen Effekt, unabhängig von den Hauptkanälen gelegt oder werden nur die Bassanteile der Hauptkanäle (z.B. bei THX) übernommen? Geben die Hauptlautsprecher dann das Gleiche, oder ein anderes Signal wie der Subwoofer wieder? Anhand dieser Fragen wird deutlich, daß von Seiten der Software also eine ganze Reihe von sehr verschiedenen Bedingungen vorliegen können. Hinzu kommen die bei hochwertigen Decodern zusätzlich möglichen Einstellungen zur elektrischen Ansteuerung, mit Veränderung von Lautstärke, Positionen und auch Bandbreite der einzelnen Lautsprecher. In der Summe bedeutet dies, die Übertragung von bestimmten Frequenzbereichen im Raum kann sowohl von nur einer wie auch mehreren Schallquellen bestimmt werden. Außerdem können sowohl monaurale wie auch mehrkanalige (in Pegel und Phase verschiedene) Signalanteile übertragen werden.

Betrachtet man nun anschließend die Situation im Raum, werden die Folgen deutlich. Mittlerweile ist einem breiten Publikum bekannt, daß es bei der Wiedergabe tiefer Frequenzen im Raum zu sogenannten Resonanzen oder auch Moden kommt, die für die Qualität der Wiedergabe von entscheidender Bedeutung sind. Diese Moden besitzen eine örtlich stark schwankende Pegelverteilung und somit eine stark schwankende Anregung durch die Lautsprecherpositionen. Anhand der beiden

ersten, entstehenden Moden eines Raumes können anschaulich die auftretenden Phänomene einer Mehrkanalwiedergabe mit Subwoofer gezeigt werden.

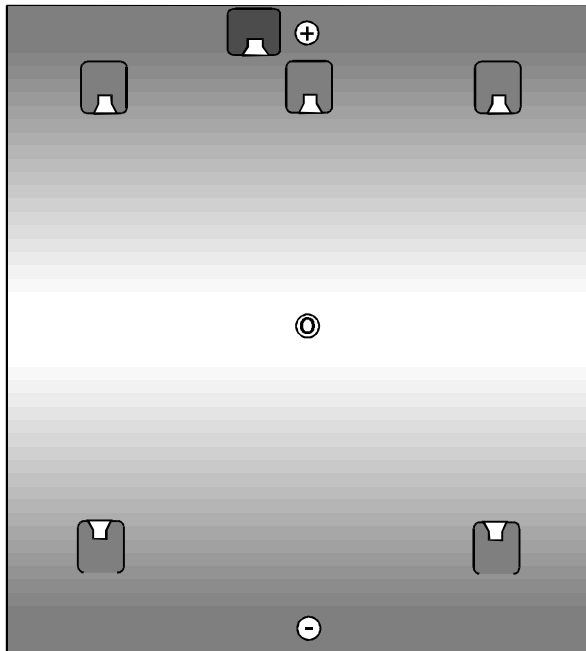




Abbildung 1a:

Druckverteilung einer Längsgrundmode 100

- ⊕ Überdruck
- ⊖ Unterdruck
- ⊙ Normaldruck
-  Beispielposition Hauptlautsprecher
-  Beispielposition Subwoofer

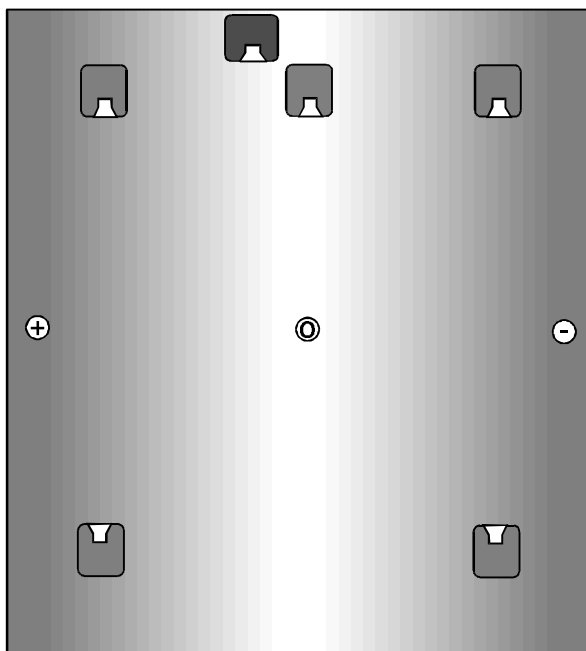




Abbildung 1b:

Druckverteilung einer Breitengrundmode 010

- ⊕ Überdruck
- ⊖ Unterdruck
- ⊙ Normaldruck
-  Beispielposition Hauptlautsprecher
-  Beispielposition Subwoofer

Konventionelle Lautsprecher arbeiten als Druckwandler im Raum. Das heißt, Sie regen eine Raummode besonders stark im Bereich Ihres "Druckbauches", also in den Überdruck- und Unterdruckzonen des Beispielraumes an. Im "Nullbereich", dem Schnellebauch der Mode (starke Luftschwingung aber kein Druck!) erfolgt keine Anregung. Befinden sich Schallquellen in gegensätzlichen Druckzonen (Überdruck- und Unterdruckbereich) und liegt ein gleichphasiges Signal vor, kann ebenfalls die

Raummode nicht angeregt werden. Bei gegenphasigem Signal erfolgt dagegen eine sehr starke Anregung der jeweiligen Moden. Überträgt man nun diese Eigenschaften auf die in Abbildung 1 dargestellte Anordnung, so ergeben sich für die Kombination der verschiedenen Schallquellen auch sehr unterschiedliche Anregungen der Beispielmodes. Bei einem wiedergegebenen, tieffrequenten Monosignal (gleiche Phase über alle Kanäle) über die vorderen Hauptkanäle (Links, Center und Rechts) und den Subwoofer stellt sich für die Längenmode eine starke Anregung ein, während es für die Breitenmode, je nach Kanal verschiedene Anregungsbedingungen gibt, da der Subwoofer selbst die Breitenmode kaum anregt. Die linke Box regt stark an, während der Center nicht anregt und die Anteile von rechter Box teilweise durch den Subwoofer kompensiert werden. Für die hinteren Lautsprecher ergeben sich wiederum andere Bedingungen. Bezogen auf die Längenmode kompensieren sich die Anteile von Subwoofer und jeweiligem, hinteren Kanal. Es kommt also zu einer geringen Anregung. Für die Breitenmode ergeben sich vergleichbare Bedingungen wie für die vorderen, linken und rechten Lautsprecher. Anhand dieses kurzen Beispiels wird deutlich, zu welcher komplexen Anregungsmustern es im realen Hörraum, beim Betrieb einer Mehrkanalkette kommt. Dabei haben wir bisher nur zwei auftretende Moden sowie ein Monosignal betrachtet. Geht man nun von zwei oder mehr Subwoofern, "keiner" monauralen Ansteuerung (Phase und Pegel auf den einzelnen Kanälen verschieden!) bei tiefen Frequenzen und allen entstehenden Moden aus, stellt sich eine, von vielen Faktoren bestimmte Übertragungsqualität ein. Da außerdem die wahrnehmbare Impulswiedergabe von tiefen Frequenzen im Raum, neben dem Ausschwingverhalten der Moden und dem Impulsverhalten der Einzelquellen auch vom Zusammenspiel der einzelnen Quellen bestimmt wird, ergeben sich somit neben starken Schwankungen der Pegel im Baß auch Verzerrungen der Impulsverarbeitung. In vielen Fällen sind diese Bedingungen für den Betrieb von hochwertigen HighEnd Mehrkanalübertragungsketten den Betreibern oft nicht bewußt. Um deshalb hilfreiche Anregungen für die Praxis zu geben, haben wir nachfolgend einige wichtige Gesichtspunkte zusammengefaßt.

- Da die Signalzusammensetzung für tiefe Frequenzen auf der Softwareseite sehr verschieden gestaltet sein kann, ist es besonders wichtig, daß die Hauptlautsprecher und Subwoofersysteme elektrisch wie akustisch sehr genau aufeinander abgestimmt sind. Eine mehr oder weniger zufällige Kombination von Komponenten ist der hochwertigen Wiedergabe im Raum nicht zuträglich!
- Für die elektrisch/akustische Ansteuerung von Hauptkanälen und Subwooferkanälen sind zwei Konstellationen sinnvoll. Entweder die Übertragungsbereiche überlappen sich in einem sehr großen Bereich bei tiefen Frequenzen (alle fünf Kanäle mit möglichst tiefer Grenzfrequenz!), so daß eine Anregung des Raumes durch viele Schallquellen entsteht, oder die Übertragungsbereiche ergänzen sich möglichst gut durch eine geeignete Tiefpaß- und Hochpaßfilterung von Subwoofer und Hauptkanälen (z.B. bei THX). Die akustische Charakteristik dieser Filterung sollte möglichst symmetrisch ausfallen. Da die üblicherweise in hochwertigen Decodern vorliegenden Hochpaß- und Tiefpaßfunktionen recht eingeschränkt sind, ist die Kombination mit den Lautsprechern genau zu prüfen.
- Schmalbandige Überlappungsbereiche zwischen Hauptlautsprechern und Subwoofer, z.B. Box mit Bassreflexabstimmung und 50Hz Grenzfrequenz (evtl. noch zusätzliche Hochpaßfilterung) kombiniert mit Subwoofer mit 90Hz oberer Grenzfrequenz, sollten tunlichst vermieden werden.

- Die Einstellung der Entfernungsunterschiede zwischen Hauptlautsprechern und Subwoofer anhand von cm-Angaben in den Decodern ist wenig sinnvoll. Hilfreich ist hier eher eine Umrechnung in das einzustellende "Delay", also einer gewünschten Phasenlage, da so auf die reale Situation (Phasenverlauf der Einzelschallquellen im Raum) besser Einfluß genommen werden kann. Daß bedeutet, eine korrekte cm-Einstellung kann u.U. im Raum eine sehr schlechte Anregung zur Folge haben, wo hingegen eine an sich falsche cm-Einstellung aber ein korrektes Delay für den Raum (Ausgleich von Positionen bezüglich der Druckphase von Moden) sehr gute Ergebnisse liefert. Dazu kann der Subwoofer "verpolt" angeschlossen werden und das Delay des Subwoofers so eingestellt werden, daß sich eine möglichst gleichmäßig starke Auslöschung zwischen Subwoofer und jeweiligem Hauptlautsprecher einstellt. Wird der Subwoofer dann wieder umgepolt, ergibt sich eine möglichst gute Addition der Einzelsignale. Diese Methode ist in der Praxis bewährt, wenn keine Meßgeräte zur Kontrolle vorliegen, da unser Gehör auf die minimierten Pegel empfindlicher reagiert.
- Für die Positionierung konventioneller Subwoofersysteme können einige Punkte beachtet werden. Je mehr tieffrequente Schallquellen den Raum sinnvoll anregen, um so gleichmäßiger fällt rein statistisch das Übertragungsverhalten aus. Zwei oder mehr Subwoofer sind also einem Monobaß vorzuziehen. Dabei ist es jedoch wichtig, daß sowohl raummittige wie auch reine Eckpositionen vermieden werden, da dort jeweils die Extremenanregungen (minimal und maximal) vorliegen. Bei zwei oder mehr Subwoofern sollten diese in beiden Raumhälften platziert werden, um im Zusammenspiel mit den gleichwertigen Hauptkanälen vorne und hinten (Dolby Digital oder DTS) eine homogene Raumanregung sicherzustellen. Bei der Ansteuerung durch die Decoder ist darauf zu achten, wie die Signale zugeordnet werden, z.B. Monobuchsen, Stereo- oder auch sogenannte Splitting-Ansteuerung (Tieftonsignale vorne und hinten rechts gemeinsam, links entsprechend) etc., da dies Einfluß auf die sinnvolle Position im Raum besitzt.

An unseren vorangegangenen Ausführungen wird deutlich, daß die erreichbare Qualität einer Mehrkanalanlage und damit auch der zweifellos vorhandene Spaßfaktor vor allem bei tiefen Frequenzen, neben der Qualität der Einzelkomponenten besonders auch von deren realen Betriebsbedingungen und Einstellungen abhängt - ein häufig unterschätzter Faktor. Wenn Sie tiefergehende Informationen zu diesem Themenbereich wünschen, verweisen wir Sie auf unsere Fach-Veröffentlichungen die Sie auf unserer Internetseite www.wvier.de als PDF-Files zum herunterladen finden.

w vier

Ing. Büro für Raum- und Elektroakustik