

Grundlagen und Tabellen zur Akustik

In der Nahfeldsituation wird bereits die Beachtung umseitiger Empfehlungen zu guten Ergebnissen führen.

Mit zunehmender Entfernung zwischen Monitor und Abhörposition wächst der Einfluß der Raumakustik. Deshalb kann es nützlich sein, die akustische Wechselwirkung zwischen Monitor und Raum genauer zu betrachten.

Grundlagen

Schallausbreitung

Schall breitet sich wellenförmig aus. Die Ausbreitung ähnelt der von Wellen im Wasser, die von einem fallenden Stein ausgelöst wurden.

Gehörsinn

Treffen Druckschwankungen auf das Ohr, werden diese als Schall wahrgenommen (sofern die Frequenz zwischen 20 und 20.000 Hertz liegt).

Frequenz

Die Frequenz des Schalls wird als Tonhöhe wahrgenommen. Die Maßeinheit ist "Hertz" (Hz und kHz) und gibt die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde an. Die Frequenz ist vorstellbar als Anzahl von Druckmaxima, die am Ohr pro Sekunde eintreffen.

Wellenlänge

Die Wellenlänge entspricht dem Abstand zwischen zwei Druckmaxima. Die Wellenlänge ist vorstellbar als Entfernung zwischen zwei Wellenbergen des Wassers. Die Wellenlänge des hörbaren Schalls liegt zwischen 1,7 cm und 17 m.

Zwischen Wellenlänge und Frequenz besteht ein fester Zusammenhang:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \text{Wellenlänge} = \frac{\text{Schallgeschwindigkeit}}{\text{Frequenz}}$$

Schalldruck

Der Schalldruck ist das Maß für die wahrnehmbare Lautstärke. Eine in der Akustik gebräuchliche Maßeinheit ist dB (Dezibel).

Lautstärke und Frequenz werden vom Gehör nicht linear wahrgenommen. Deshalb ist z.B. eine Frequenzänderung um 20 Hz bei tiefen Frequenzen gut hörbar - nicht aber bei hohen Frequenzen. Zur Verdopplung der wahrnehmbaren Lautstärke ist wesentlich mehr als die doppelte Verstärkerleistung notwendig. Das ist wichtig für die Bewertung von technischen Daten.

Frequenz in Hz	Wellenlänge in m
20	17,150
30	11,433
40	8,575
50	6,860
80	4,288
100	3,430
200	1,715
300	1,143
400	0,858
500	0,686
800	0,429
1 000	0,343
2 000	0,172
3 000	0,114
4 000	0,086
5 000	0,069
8 000	0,043
10 000	0,034
20 000	0,017

Probleme und Lösungsvorschläge

1. Verstärkung der Tieftonwiedergabe durch wandnahe Aufstellung.

Abhilfe: Mit den Schiebeschaltern auf der Rückseite der GENELEC-Monitore sind Filtereinstellungen wählbar, welche die Bassanhebung kompensieren.

2. Reflexionen an einer Seitenwand.

Reflektierter Schall trifft durch den Umweg verzögert am Abhörpunkt ein.

A.) Verzögerung kürzer als 40 ms:

Direktsignal und verzögertes Signal werden als ein Signal wahrgenommen, was zu färbenden Kammfiltereffekten führt.

Abhilfe: Absorbierende Gestaltung der reflektierenden Wand und/oder Veränderung der Lautsprecherposition.

B.) Verzögerung länger als 40 ms:

Das verzögerte Signal ist als Echo hörbar.

Abhilfe wie bei A.)

3. Reflexion an der Wand hinter den Lautsprechern

Bei tiefen Frequenzen beträgt der Abstrahlwinkel der Monitore 360°. Rückwärtig wird also ebensoviel Energie abgestrahlt wie nach vorne.

Im oberen Bass- oder unteren Mitteltönenbereich können sich durch den verzögert eintreffenden reflektierten Schall Einbrüche im Grundtonbereich ergeben. Im ungünstigsten Fall klingen dann Stimmen dünn und scharf, weil sich das sensible Verhältnis zwischen Grund- und Obertönen zugunsten der Obertöne verschoben hat.

Abhilfe: Veränderung der Monitor-Position (nahe an die Wand oder mit einem Abstand von mehr als 1,5 m). Alternativ können die betreffenden Frequenzen an der reflektierenden Wand absorbiert werden. Allerdings ist das oft nur mit erheblichem Aufwand möglich.

4. Stehende Wellen im Tiefbassbereich

Zwischen den parallelen Begrenzungswänden eines Raumes (auch zwischen Boden und Decke) können sich stehende Wellen ausbilden. Diese entstehen bei Anregung mit Frequenzen, die den Raumeigenfrequenzen entsprechen. Kritisch sind dabei besonders Frequenzen, deren halbe oder ganze Wellenlänge dem Abstand der Wände entspricht.

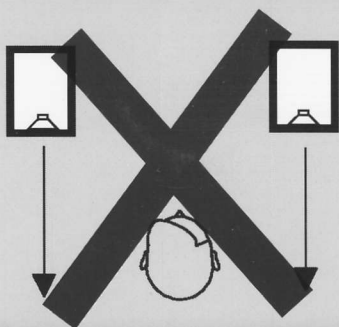
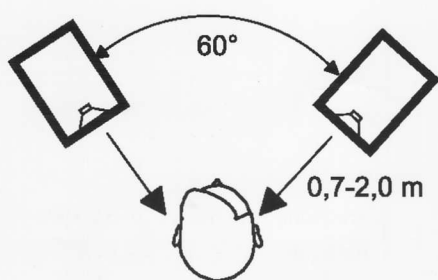
Abhilfe: Weder Lautsprecher- noch Abhörposition sollten sich an den Stellen im Raum befinden, an denen die Raumeigenfrequenzen besonders stark angeregt werden bzw. hörbar sind. Zu meiden sind deshalb die Raumecken sowie die Mitte zwischen der Vorder- und Rückwand.

Tabelle der ausgelöschten Frequenzen, verursacht durch Reflexion des Schalls an der Wand hinter dem Lautsprecher:

Entfernung zwischen Monitor-Vorderseite und Rückwand in Metern	Erste Auslöschungsfrequenz in Hz
0.40	214
0.60	143
0.80	107
1.00	86
1.20	71
1.40	61
1.60	54
1.80	48
2.00	43
2.20	39
2.40	36
2.60	33
2.80	31
3.00	29

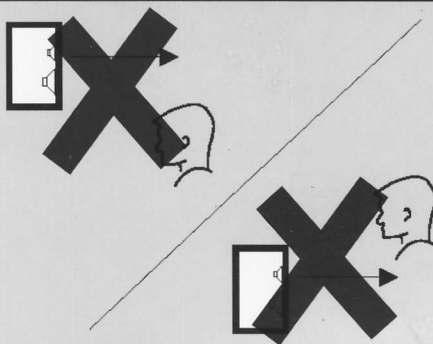
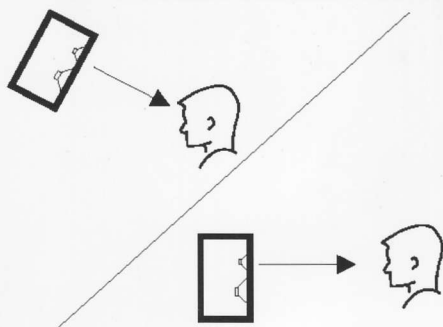
Aufstellungs-Vorschläge für GENELEC Nahfeldmonitore

Aufstellwinkel horizontal und Distanz



Stereo-Abbildung und Tiefenstaffelung hängen von der korrekten Positionierung und Ausrichtung der Monitore ab.

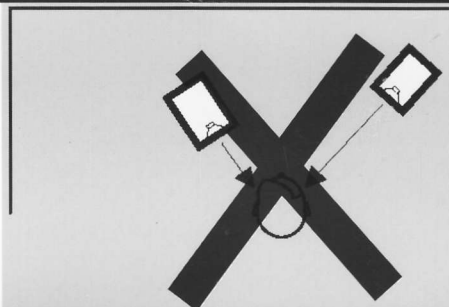
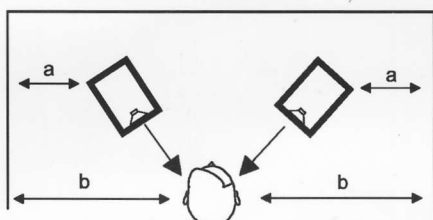
Aufstellungswinkel vertikal



Die Monitore sollen auf die Abhörposition gerichtet sein.

Im Idealfall wird die Ausstellungshöhe der Monitore so gewählt, daß sich das akustische Zentrum der Monitore in Ohrhöhe befindet (das akustische Zentrum von Zweiwegsystemen befindet sich zwischen Bass- und Hochtonsystem).

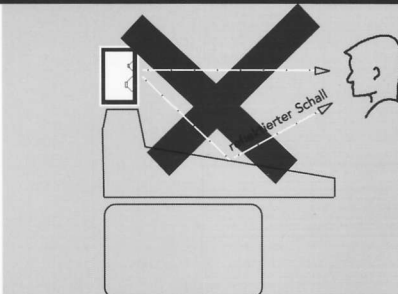
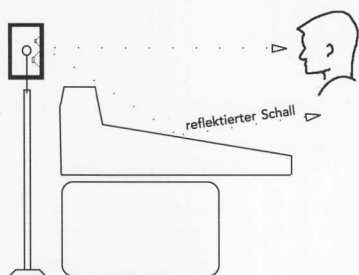
Symmetrie der Positionierung im Raum



Für die korrekte Richtungswahrnehmung ist es entscheidend, daß das nahe akustische Umfeld symmetrisch ist (links/rechts).

Der Abstand der Monitore zu den Raumbegrenzungswänden sollte größer als 150 cm sein. Falls das nicht möglich ist, ist die wandnahe Aufstellung vorzuziehen.

Monitore auf Stativen statt auf der Meterbridge



Stehen Nahfeldmonitore auf der Meterbridge eines Mischpults, verursachen Reflexionen auf der Pultoberfläche häufig Kammfiltereffekte, die sich im Mitteltonbereich färbend auswirken.

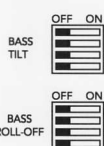
Abhilfe schafft die Aufstellung der Monitore auf Stativen direkt hinter dem Mischpult.

Durch die veränderte Geometrie und evtl. zusätzlich durch die Abschattungswirkung der Meterbridge gelangen weniger Pult-Reflexionen direkt ans Ohr.

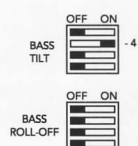
Einstellung der Schiebeschalter für die Ortsanpassung

(die dargestellten Schalterpositionen gelten nur für die Modelle 1030A, 1031A und 1032A)

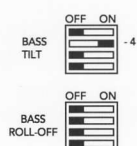
Monitor freistehend in einem gedämpften Raum



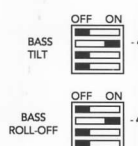
Monitor freistehend in einem halligen Raum



Monitor direkt an der Wand



Monitor in der Raumecke



Der Frequenzgang der GENELEC-Monitore ist bei freistehender Aufstellung linear.

Raumeinflüsse verschieben möglicherweise am Abhört die Balance zwischen tiefen und mittleren Frequenzen.

Mit den Schiebeschaltern auf der Gehäuse-Rückseite lassen sich Korrekturfilter einstellen.

In jeder Schaltergruppe darf immer nur ein Schalter aktiviert sein (gilt nicht für 1029A).