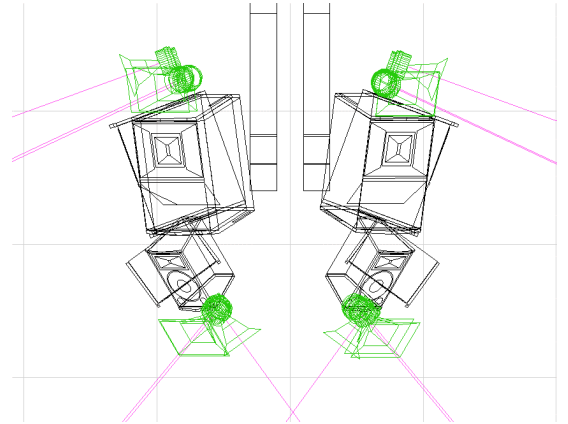
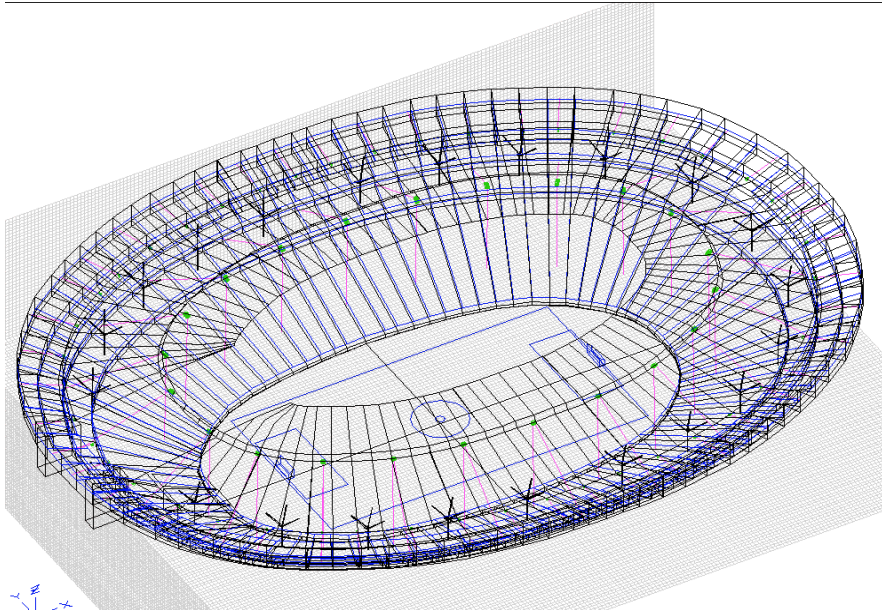
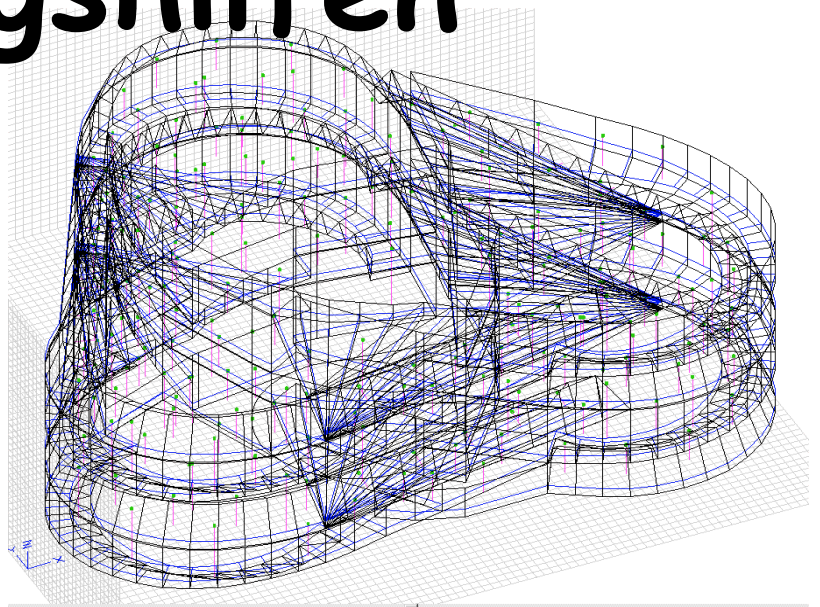
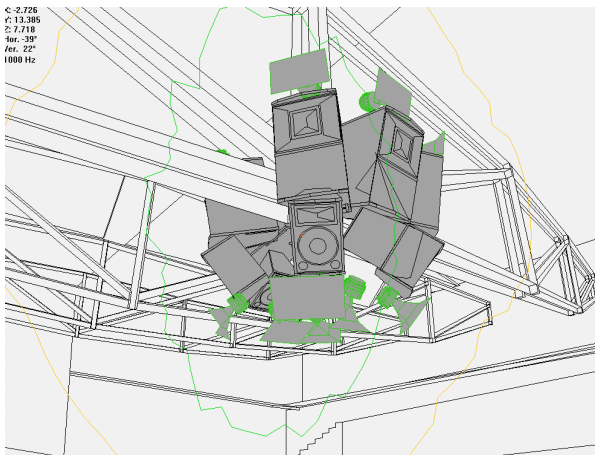
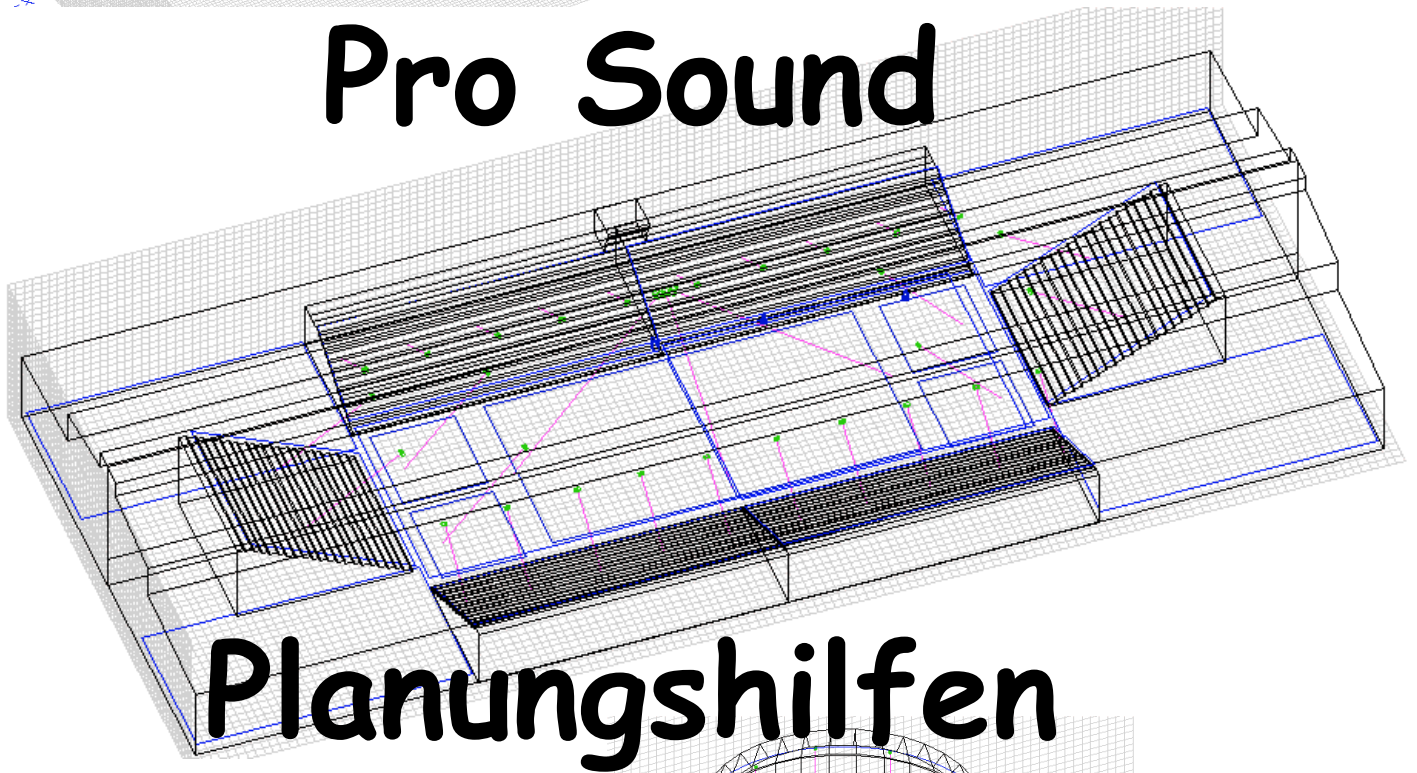




Pro Sound



Sprachverständlichkeit wichtige Kenngrößen

nach: sti (speech transmission Index)

nach: ALC (Articulation Loss of Consonants)

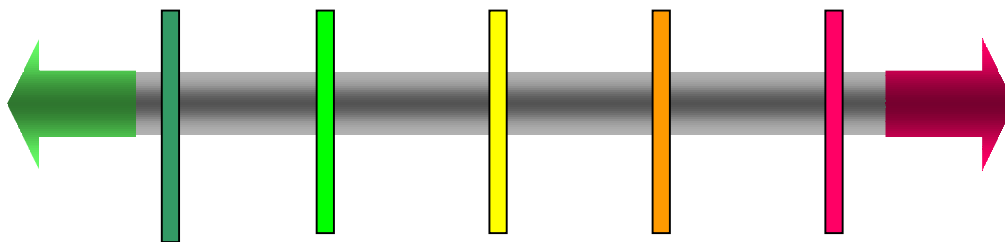
nach: rasti (rapid speech transmission Index)

nach: cis (common intelligibility scale)

	Wertebereich (Anhaltspunkte)		
	gut	mäßig	schlecht
sti	0,65	0,41	0,29
ALC	5%	18%	35%
rasti	0,65	0,41	0,29
csi	0,8	0,62	0,46

In Deutschland am gebräuchlichsten:

ALC der Verlust der Konsonanten (der Sprache)



5%	10%	15%	18%	22%
sehr gut	gut	neutral	mäßig	schlecht

Grundlagen

$$\text{ALC} = \frac{200 \times (\text{Rt60}) \times (\text{Rt60}) \times D \times D \times N}{V \times Q}$$

$V \times Q$

Rt60 = Nachhallzeit

D = Abstand der Hörer zur Quelle

N = Faktor (abhängig von Stahlertyp / Anzahl)

V = Volumen der Halle

Q = Bündelungsfaktor des Lautsprechers

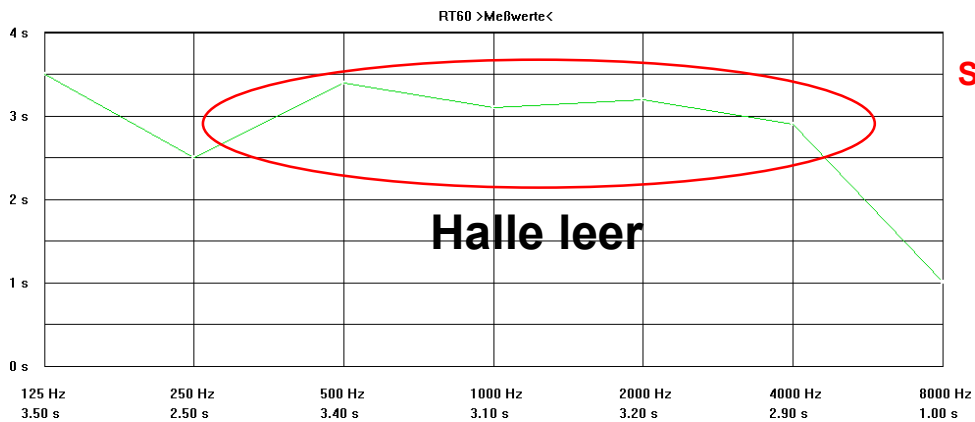
Aus der Gleichung sieht man, wird die Nachhallzeit eines Raumes (Rt60) grösser, verschlechtert sich die Sprachverständlichkeit **quadratisch**! Die Nachhallzeit eines Raumes ist über Raumgeometrie und Materialien vorgegeben. Für den Elektroakustiker ist eine kurze Nachhallzeit erstrebenswert. Wenn im Vorfeld die Möglichkeit zur Einflussnahme gegeben ist, sollte diese entsprechend genutzt werden. Ungünstige Raumeigenschaften sind oft auch mit aufwendiger Elektroakustik nicht beherrschbar!

Die vom Elektroakustiker beeinflussbaren Kenngrößen sind 1. der Abstand der Lautsprecher zu den Zuhörern und 2. der Bündelungsfaktor der benutzten Lautsprecher.

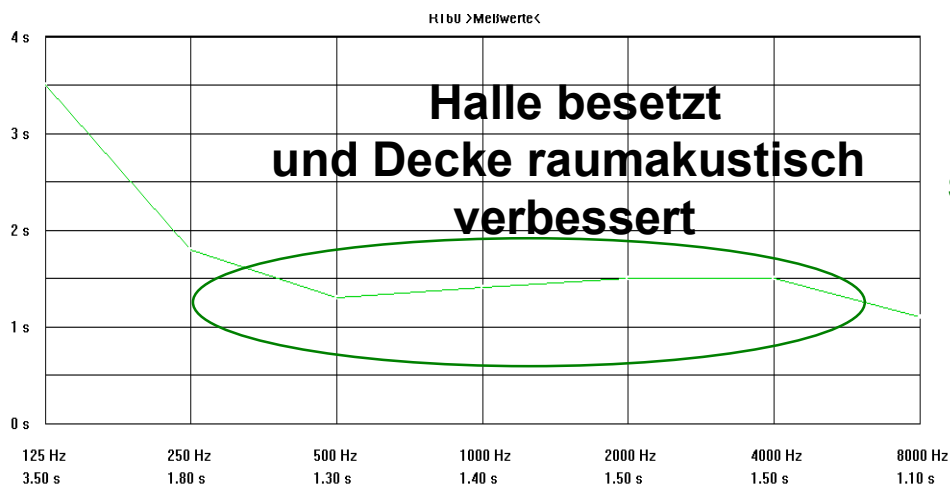
Da ein kleiner Abstand Lautsprecher / Zuhörer eine Vielzahl von Strahlern voraussetzt und damit der Faktor N (durch ein höheres Diffusfeld) die Sprachverständlichkeit wiederum negativ beeinflusst sind die Möglichkeiten hier jedoch begrenzt. Ausserdem ist aus architektonischen Gründen und aus Gründen der Richtungsstreuung eine Vielzahl von Einzellautsprechern oft weder möglich noch sinnvoll.

Bleibt als einzige wirklich relevante Kenngröße der Bündelungsfaktor der Lautsprecher, diesem sollte besondere Beachtung geschenkt werden. Die Dimensionierung sollte so erfolgen, dass möglichst alle abgestrahlte Energie in die Zuhörer gerichtet wird und möglichst wenig Energie auf die Raumbegrenzungsflächen trifft. Ein hoher Q-Faktor eines Lautsprechers ist gleichbedeutend mit einer hohen Bündelung. Der Vergleich mit einem akustischen Scheinwerfer welcher nach Möglichkeit nur die Zuhörer ausleuchtet ist an dieser Stelle erlaubt. Eine Doppelbeschallung ist zu vermeiden d.h. jeder Ortsbereich sollte von nur einem Lautsprecher beschallt werden, sonst sind Laufzeiteinflüsse (Echos; Doppelhören) kaum vermeidbar.

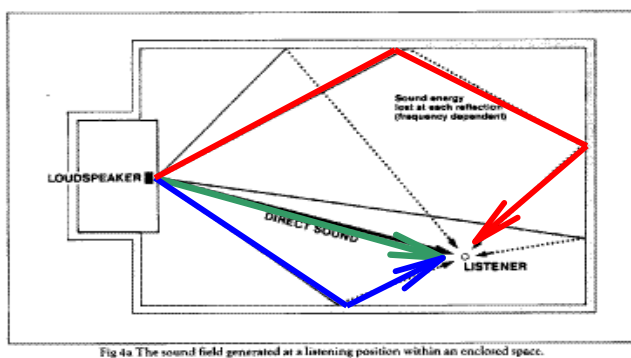
Typischer Nachhallzeitverlauf einer (raumakustisch schlechten) Gross- Sport und Mehrzweckhalle



Sprachverständlichkeit (ALC)
mit vorhandener
Lautsprecheranlage = 22%
(schlecht)



Sprachverständlichkeit (ALC)
mit vorhandener
gleicher
Lautsprecheranlage = 5,8%
(gut)



Die Nachhallzeit, ein Erklärungsversuch

Strahlt ein Lautsprecher Energie in einen Raum ein, wird ein Zuhörer (abhängig vom Bündelungsfaktor) nicht nur von der

ersten Wellenfront (direktes Feld) getroffen, sondern danach von

frühen Reflektionen 1-ter Ordnung (Fussboden, Wände, Decken)

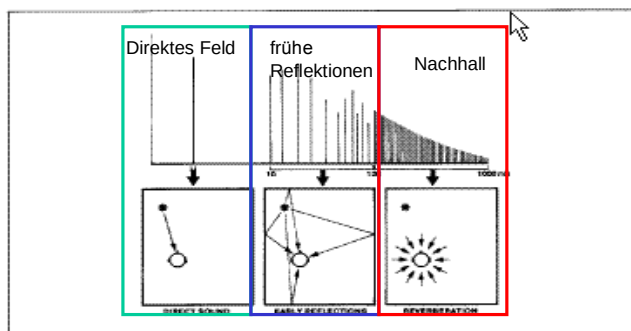
und später von

Mehrfachreflektionen n-ter Ordnung

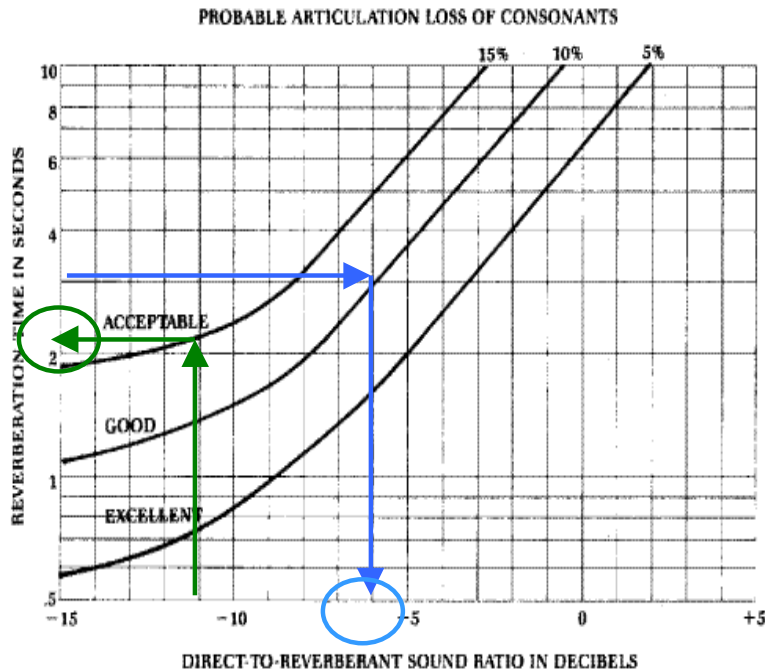
welche mit immer kleinerem Pegel, aber dafür zeitlich immer dichter bei ihm eintreffen.

Die Zeit die vergeht bis der Ursprungspegel um 60 db abgefallen ist, nennt man Nachhallzeit (t_{60}). Typische Nachhallzeiten für Mzw Hallen liegen im Bereich 1,6 - 4 Sekunden.

Da ein kurzes, gesprochenes Wort nur ca. 600 msec lang ist, (der Einzelkonsonant sogar nur ca. 80 msec) mischt sich diese Sprachinformation zeitlich. Aktuell gesprochene Konsonanten und Vokale überlagern sich mit den noch im Abklingvorgang befindlichen. Dieser Vorgang ist unabhängig von der Höhe des eingestrahnten Pegels.



Sprachverständlichkeit und Q Faktor



Die Kurvenschar stellt den Zusammenhang zwischen Nachhallzeit, Verhältnis Direktfeld zu Gesamtfeld und Sprachverständlichkeit dar.

Beispiel 1:

Nachhallzeit sei 3 Sekunden
gefordert **gute** (ca. 10% ALC)

Sprachverständlichkeit

wie muss das Verhältnis

Direkt zu Gesamtfeld mindestens sein ?

>> mindestens -6db<< d.h. das Direktfeld darf hier max. 6db kleiner als das Gesamtfeld (incl Reflektionen) sein.

Beispiel 2:

Wie gross darf die

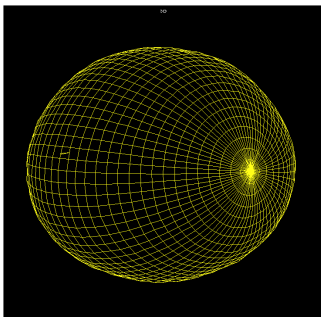
Nachhallzeit maximal sein damit bei einem

Direkt zu Gesamtfeld von -11db noch eine akzeptable (15% ALC)

Sprachverständlichkeit erzielt wird?

>>max. 2,1 Sekunden<<

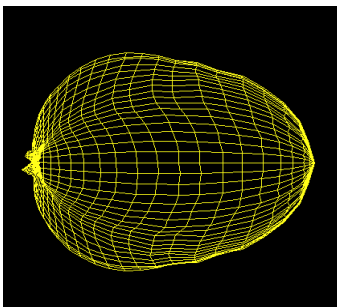
Der **Q Faktor** als wichtigste Einflussgrösse zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit



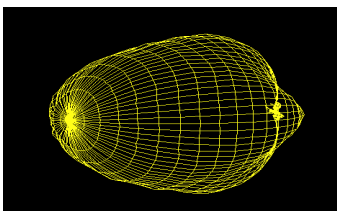
Q~2 Hi Fi Box

Je höher der Q Faktor der verwendeten Lautsprecher (richtige Ausrichtung / Abdeckung vorausgesetzt) desto besser wird das Verhältnis Direktfeld zu Gesamtfeld weil weniger Energie an Wände und Decken abgestrahlt wird.

Die Schallenergie wird damit also viel besser in die Zuhörerbereiche konzentriert.



Q~15 zB. Xi 2123



Q~30 zB. Xi1183

Die Veranstaltungshalle

ein typisches Anforderungsprofil:

Sport:

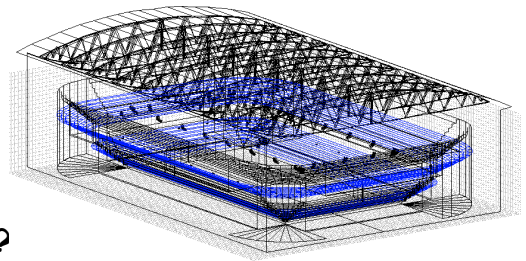
Handball; Volleyball; Hallenfussball; Tennis; Boxen/Wrestling; Go Kart; Indoor Motocross;
Tanzen; Reiten; Hallenleichtathletik; Eislauf; Tischtennis; Tennis; Eishockey

Kultur:

Versammlung; Konzert; Fasching; Konzert klein

Kommerziell:

Präsentationen; Fernsehshows; Modenschauen



Wo liegt aus elektroakustischer Sicht das Problem ?

Die Lautsprecheranlage sollte so konfigurierbar sein, dass Augen und Ohren der Zuhörer das Veranstaltungsgeschehen aus einer Ebene, besser aus einer Richtung wahrnehmen.

Dies bedingt die Klärung der veranstaltungstypischen Blickrichtungen.

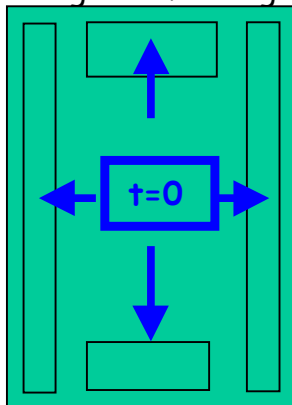


Bild 1



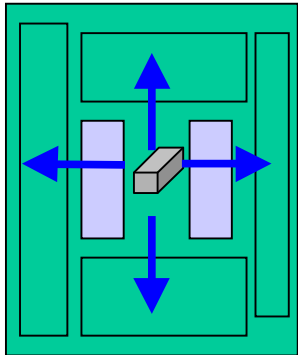
Für den Beschallungsplaner heisst dieses: **Richtungstreue** ist eines der Hauptziele.

Aus der Ebene aus der die Bildinformation kommt, sollte auch der Ton kommen. Oder ... die Anlage muss in der Lage sein das zeitliche Verhalten der Toninformationen flexibel anzupassen.

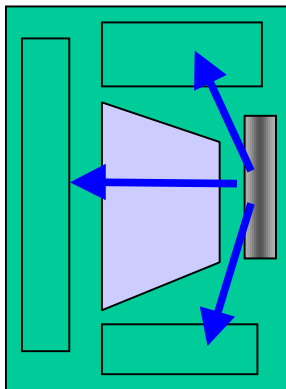
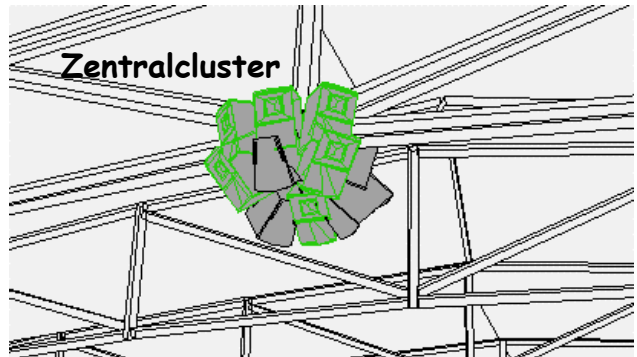
Dies sollte über entsprechend ausgewählte Komponenten, Montageorte und über Presetvoreinstellungen im Processing erfolgen. Bei einer Veranstaltung mit Blickrichtung zur Hallenmitte (Bild1 zB. Handball, Volleyball, Tanzen..) sollten alle Lautsprecher in Bezug zu $t=0$ verzögert angesteuert werden.

Auf diese Weise wird dafür gesorgt dass die erste Wellefront nach Möglichkeit vom Ort des Geschehens her eintrifft, also optische und akustische Achse in einer Ebene sind.

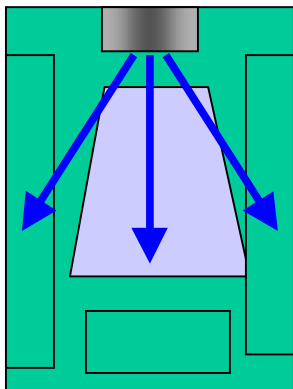
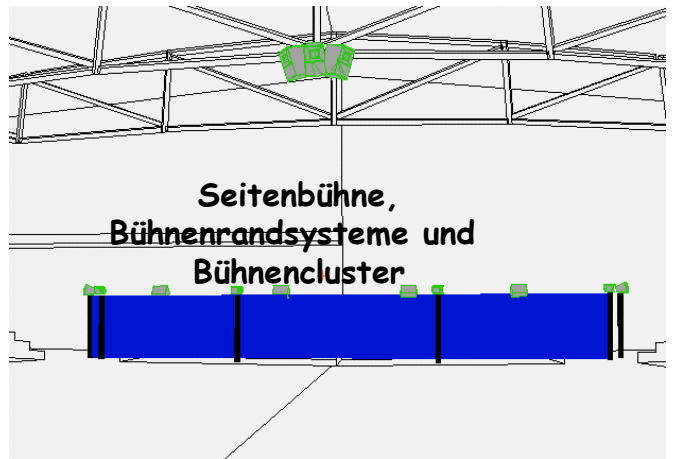
Weitere typische Bühnenvarianten



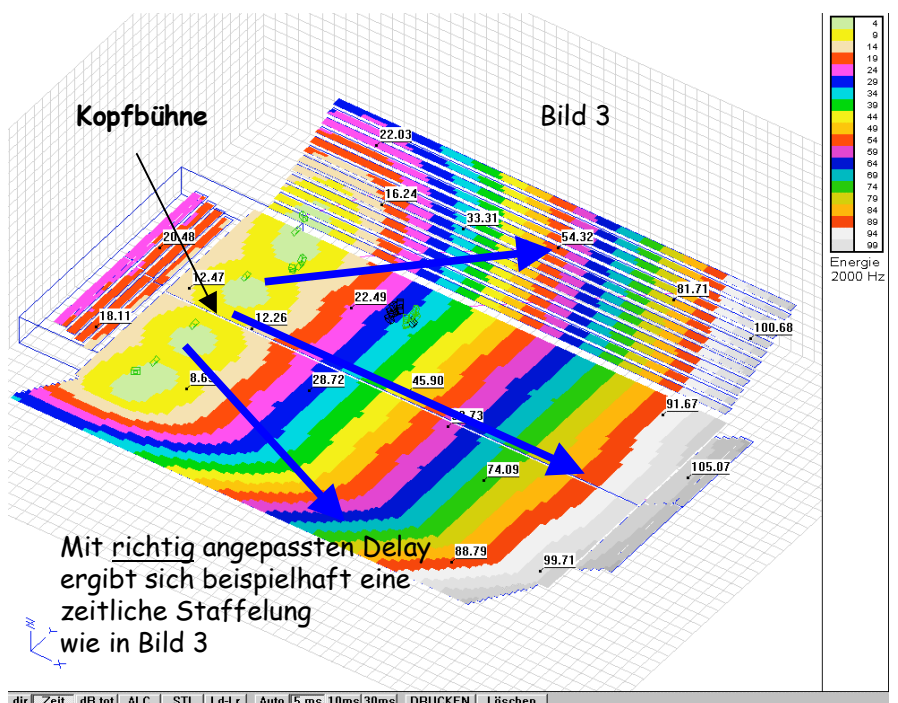
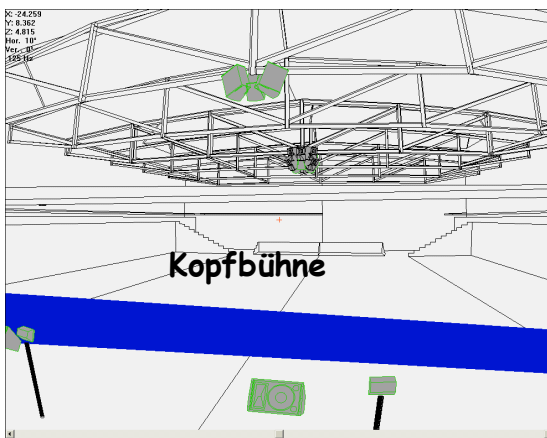
Mittenbühne 
mit zusätzlicher Bestuhlung 
im Spielfeldbereich
(Boxen, Wrestling, Konzert
aus der Mitte...)



Seitenbühne
mit zusätzlicher
Bestuhlung
im Spielfeldbereich
(Fasching, Konzert,
Modenschau)

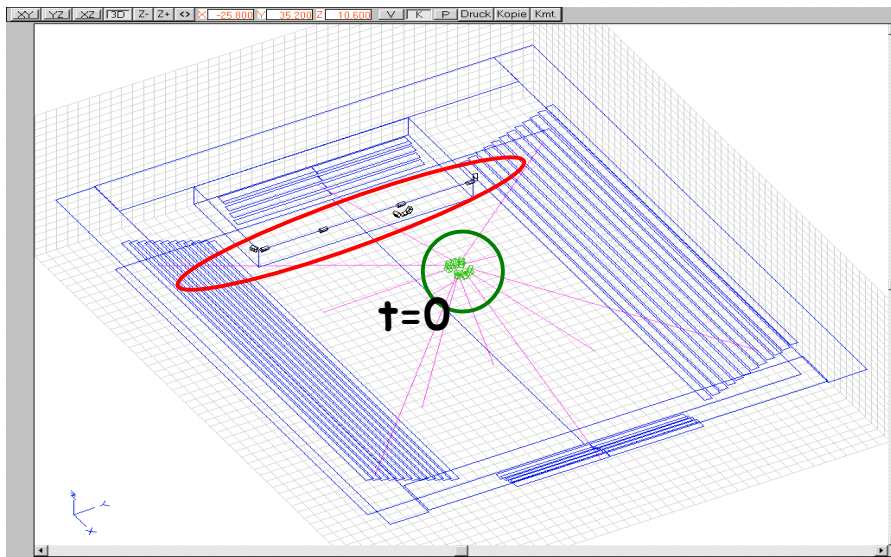


Kopfbühne
mit zusätzlicher Bestuhlung
im Spielfeldbereich
(Fernsehshow, Präsentation, Konzert)



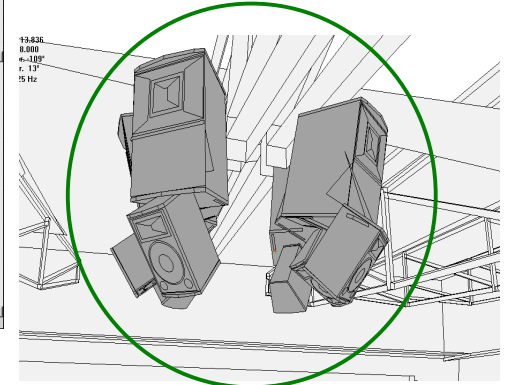
zwei Beispiele:

Mehrzweckhalle mit reiner Nutzung des Zentralclusters
(Beschallung mit **Mittenorientierung**)

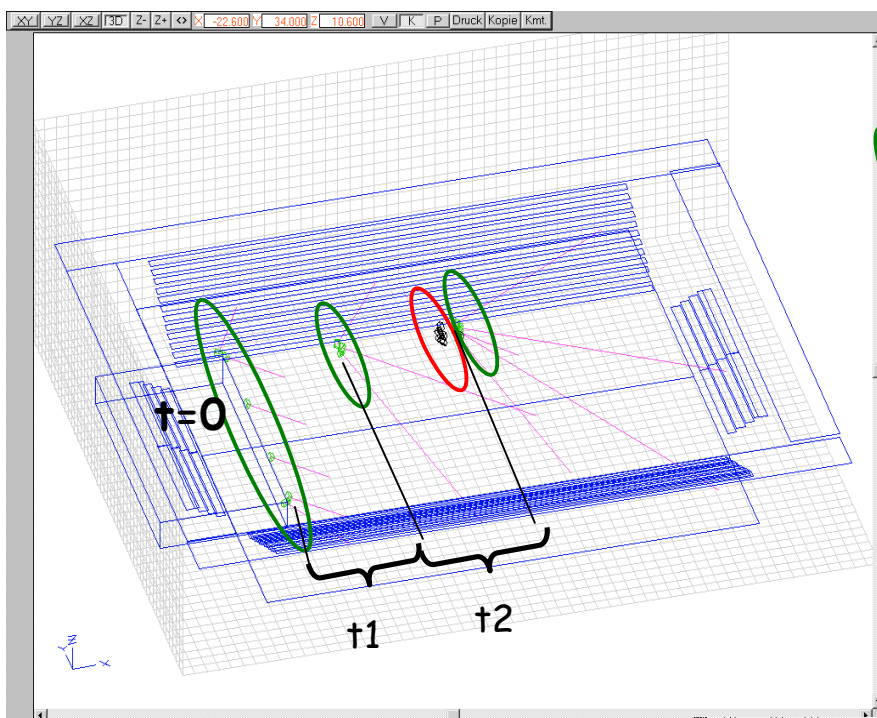


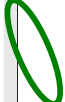
 Zentralcluster komplett eingeschaltet; kein Delayeinsatz

 Bühnenrandsysteme und Bühnencluster ausgeschaltet

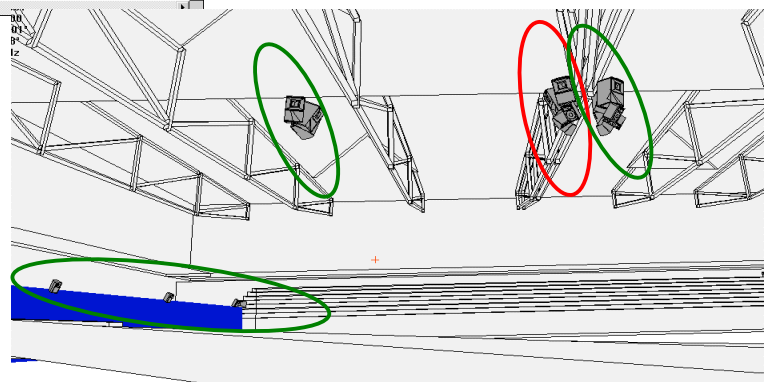


Mehrzweckhalle mit Nutzung des **Teil**-Zentralclusters
und Nutzung der weiteren Cluster (Beschallung mit **Kopfbühnenorientierung**)



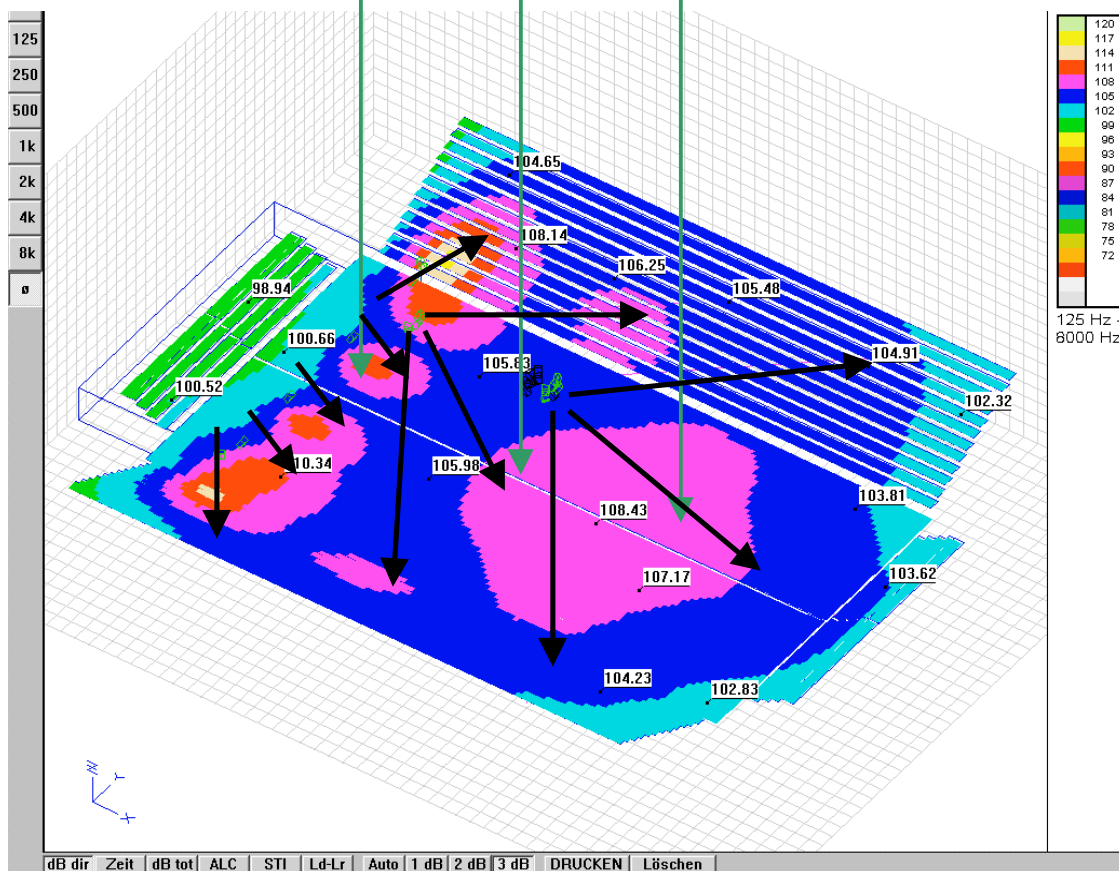
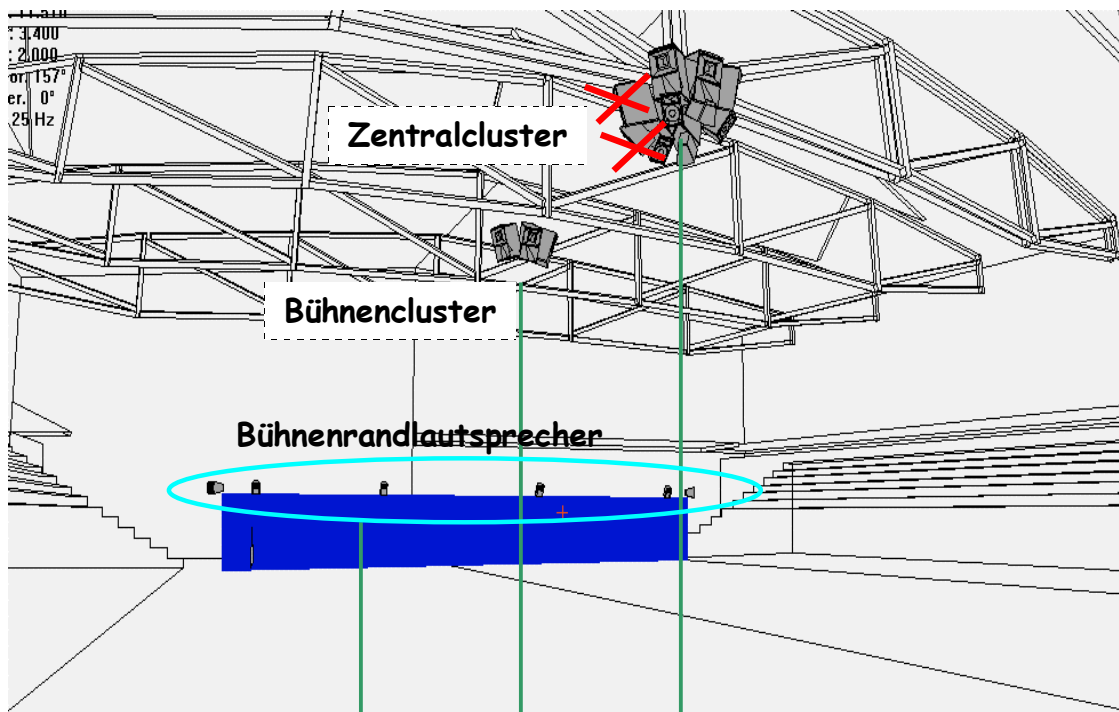
 **Teil**-Zentralcluster, Bühnencluster und Bühnenrandsysteme eingeschaltet

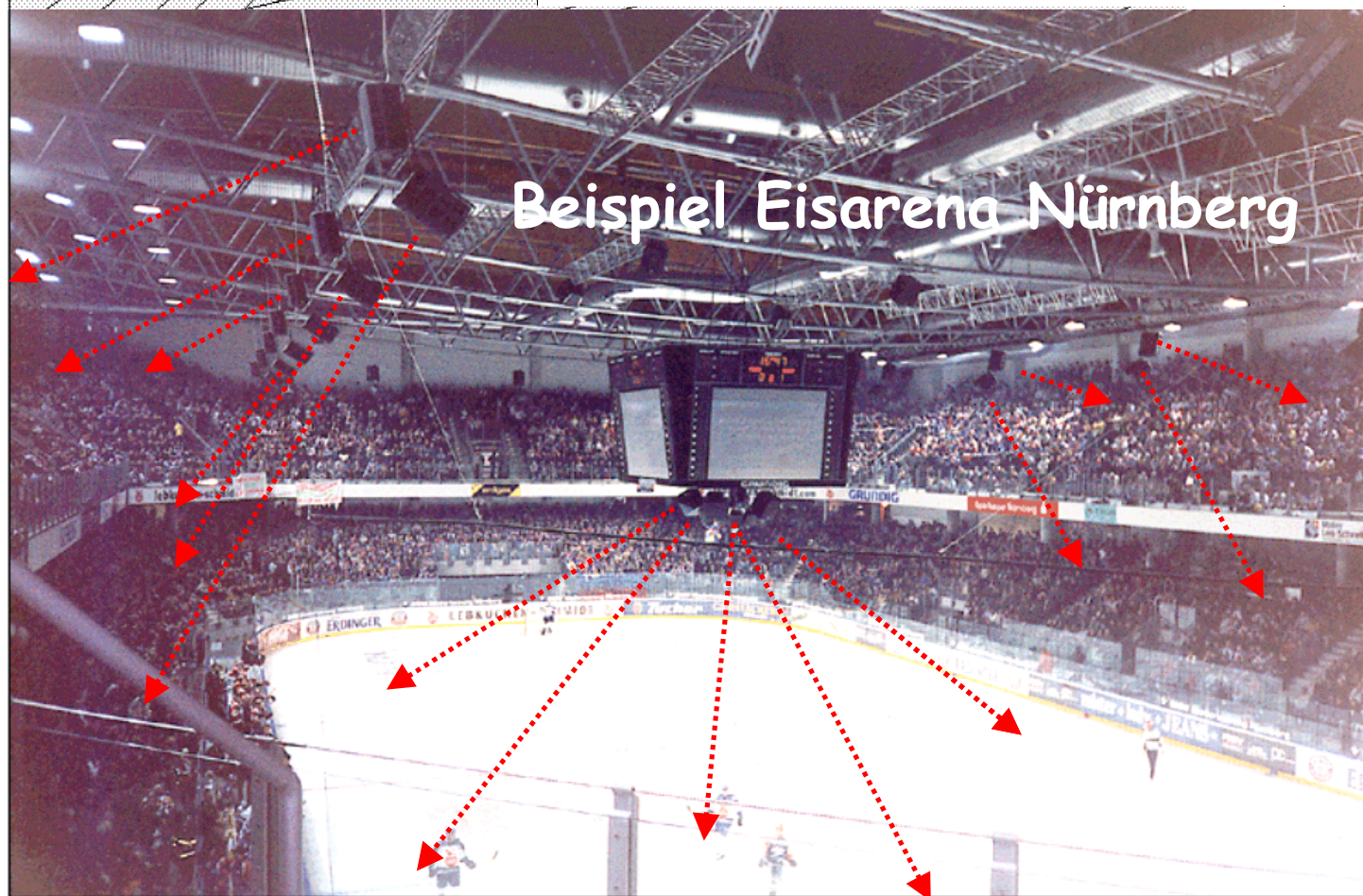
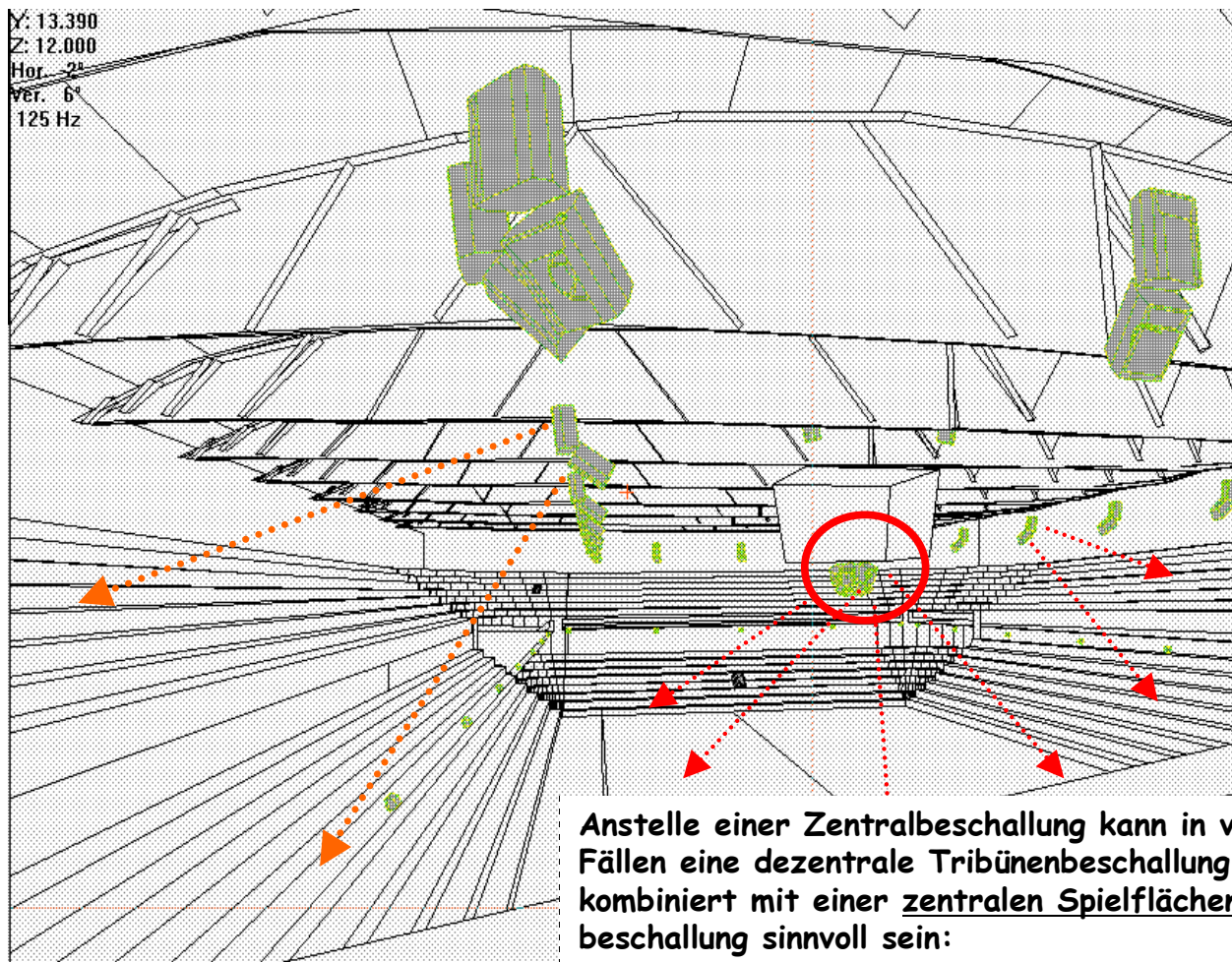
 **Teil**-Zentralcluster welches in Rückwärtsrichtung strahlt ausgeschaltet

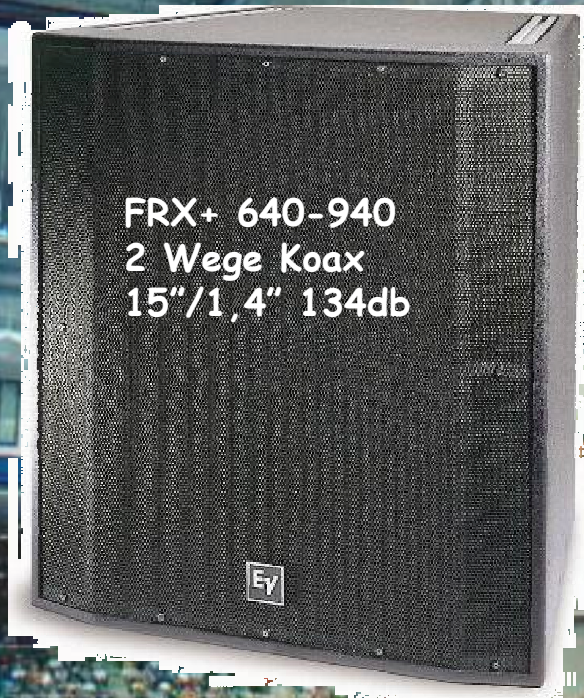


Die einzustellende gestaffelte Delayzeit ergibt sich über den Abstand der jeweiligen Lautsprecher zu den Hörflächen

Die sich ergebende Direktschalldruckverteilung bei Bühnennutzung







EVID Serie
109-122db



Xi 1082
118db

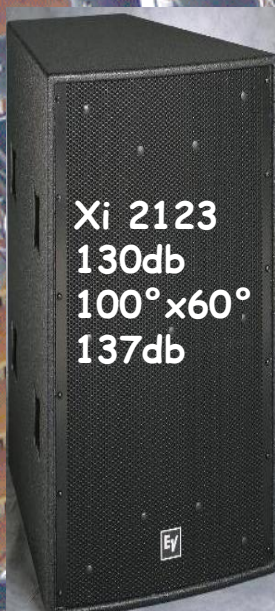


FRI 2082
122db

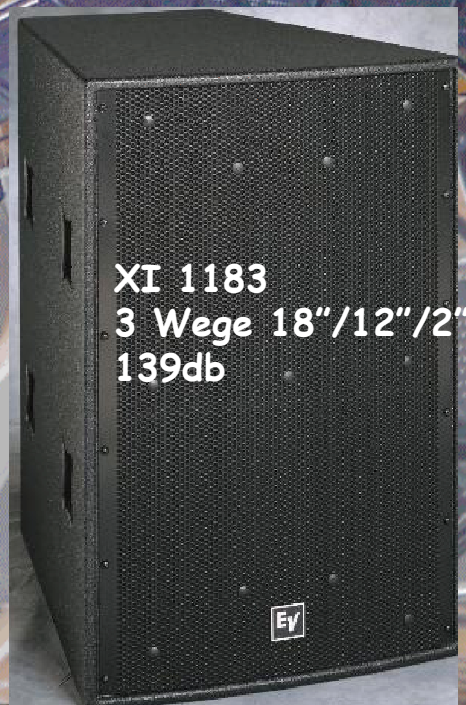


Xi 1122
130db

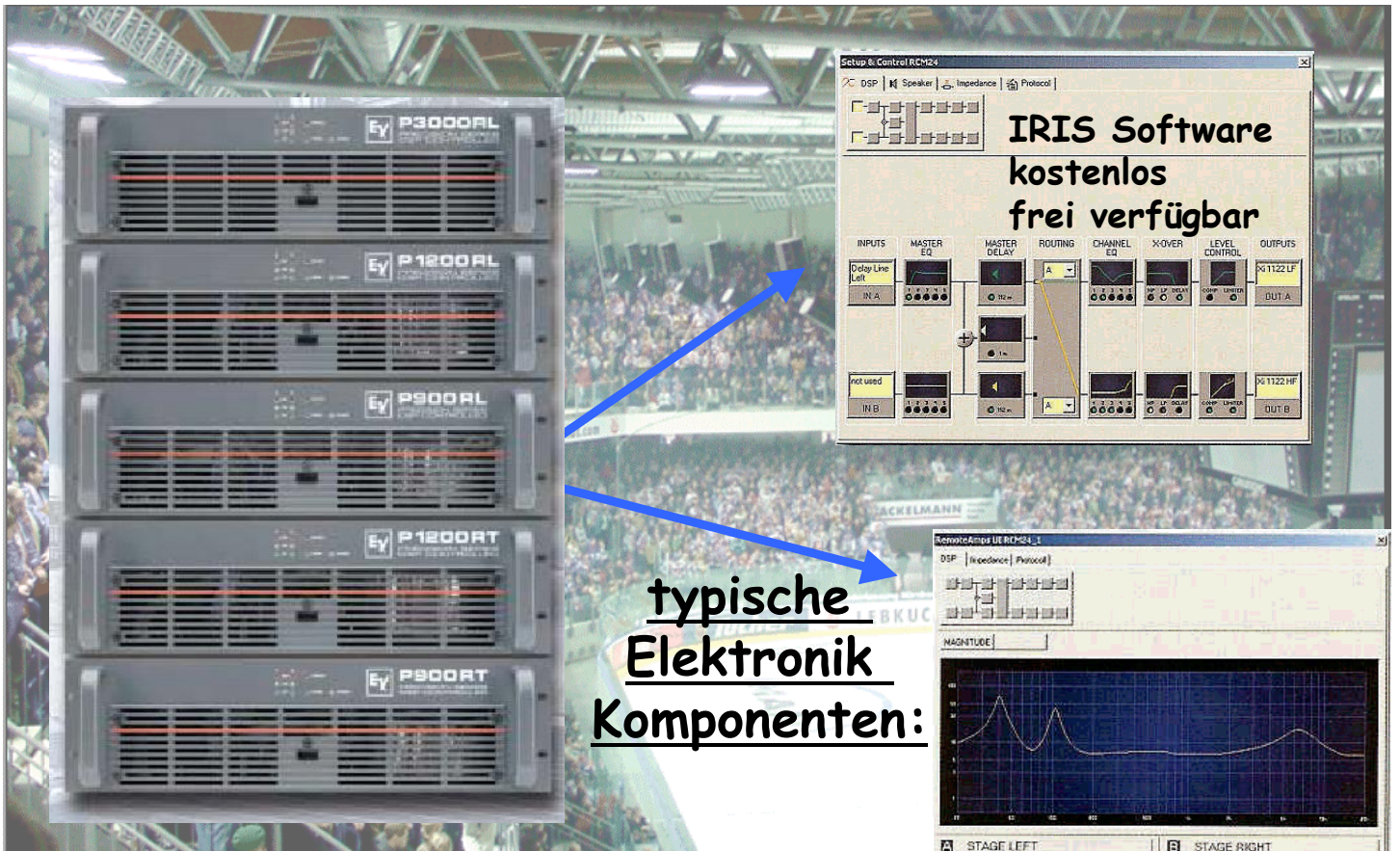
typische
Lautsprecher
Komponenten:



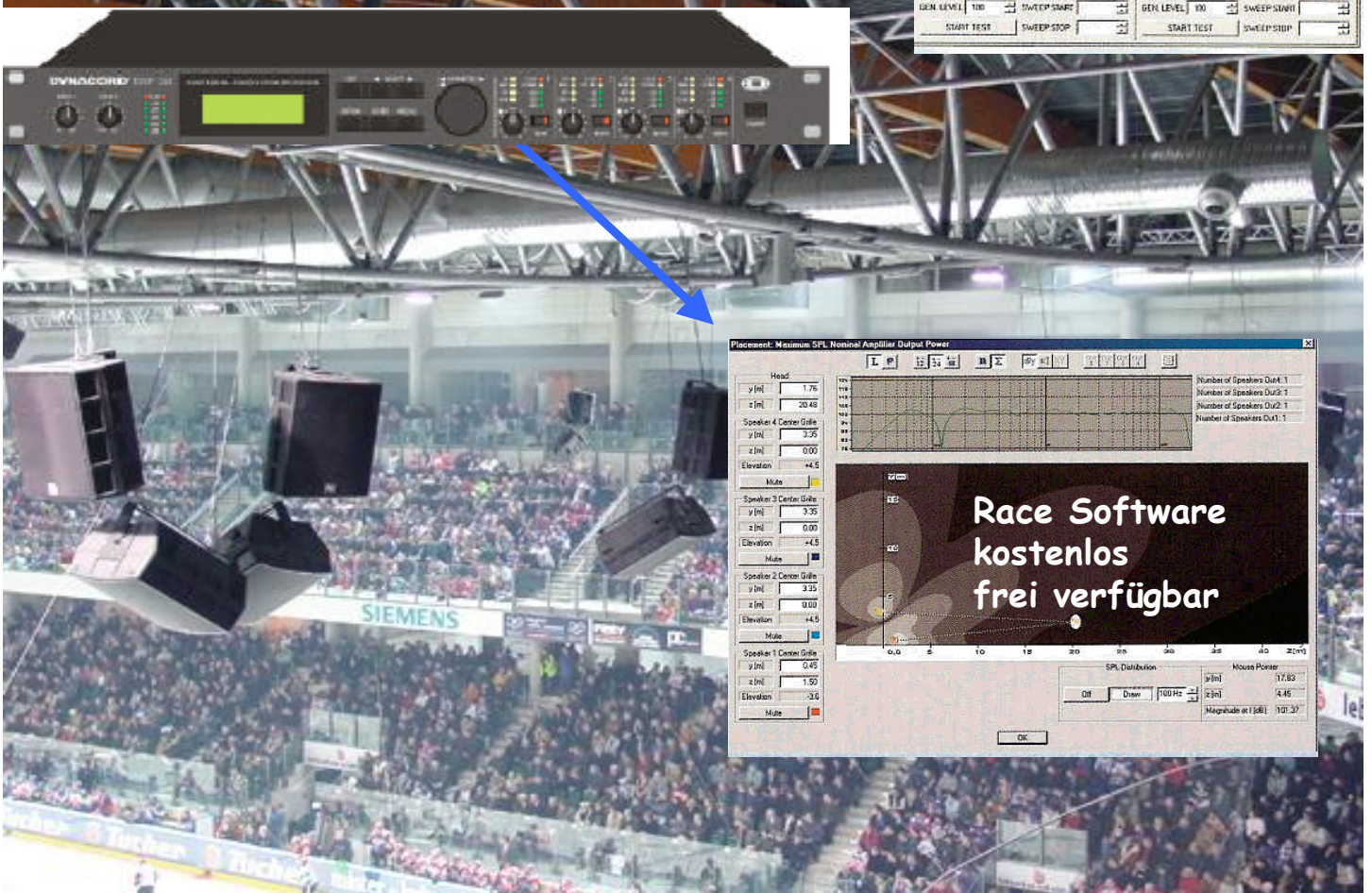
Xi 2123
130db
100°x60°
137db

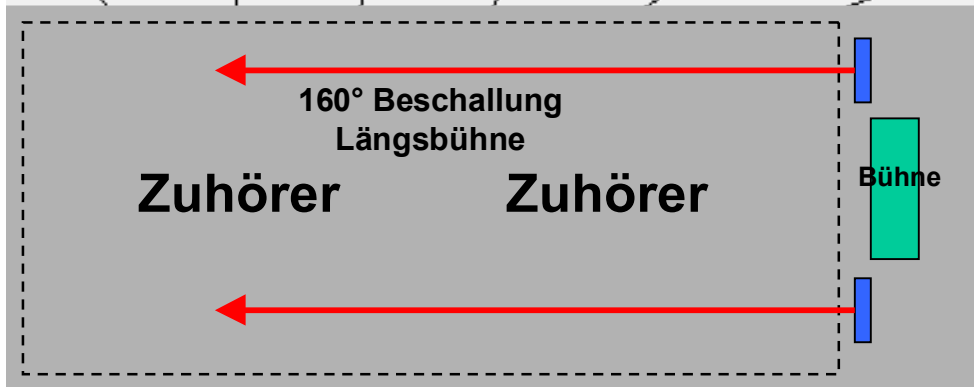
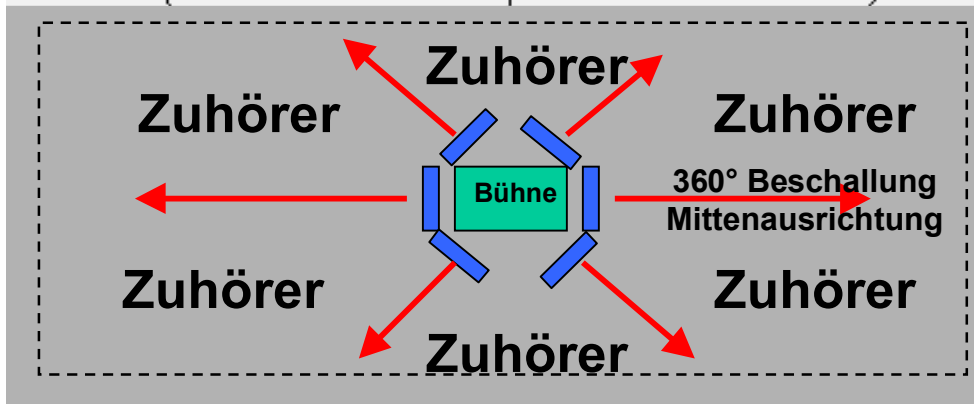


XI 1183
3 Wege 18\"/>

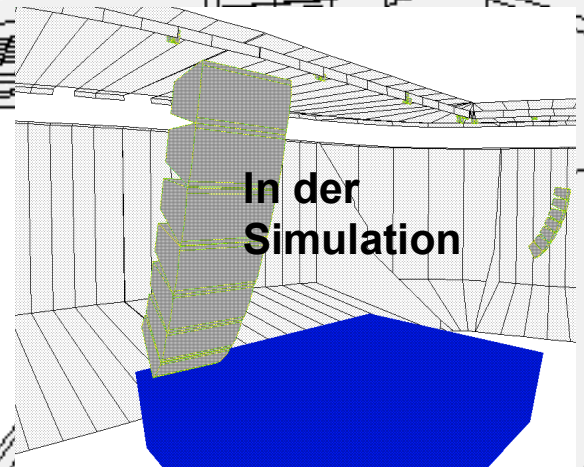
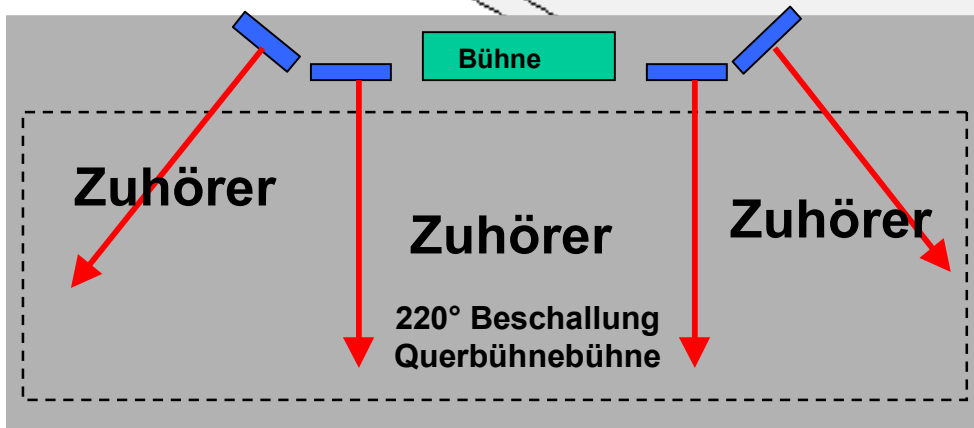


DSP DX38 4in 2out S/N ratio>115db !



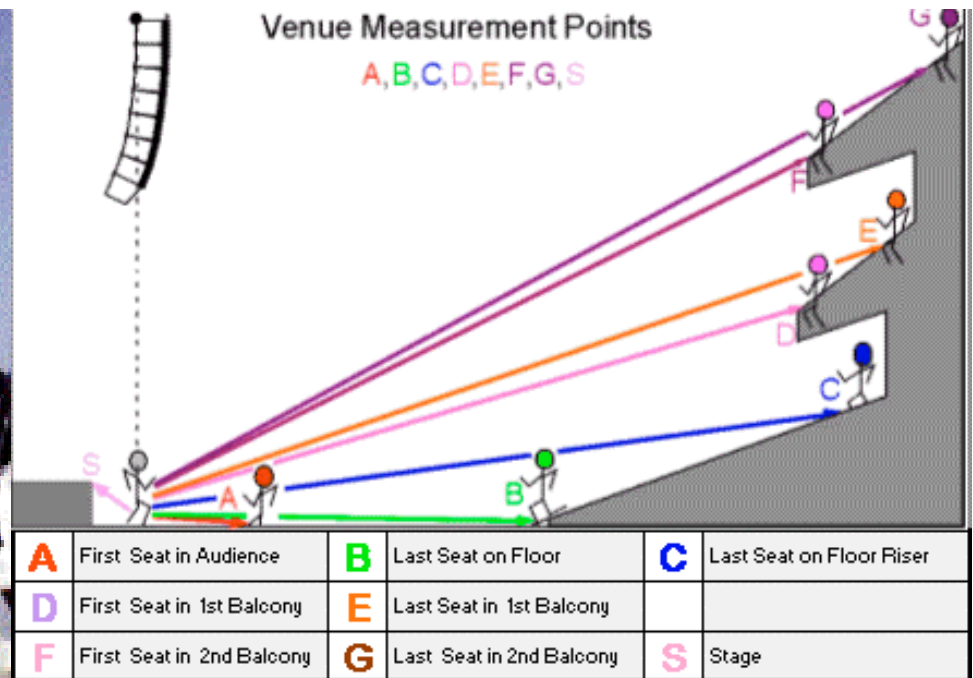


Line Arrays
die
fortschrittlichste
Art der
Hallenbeschallung

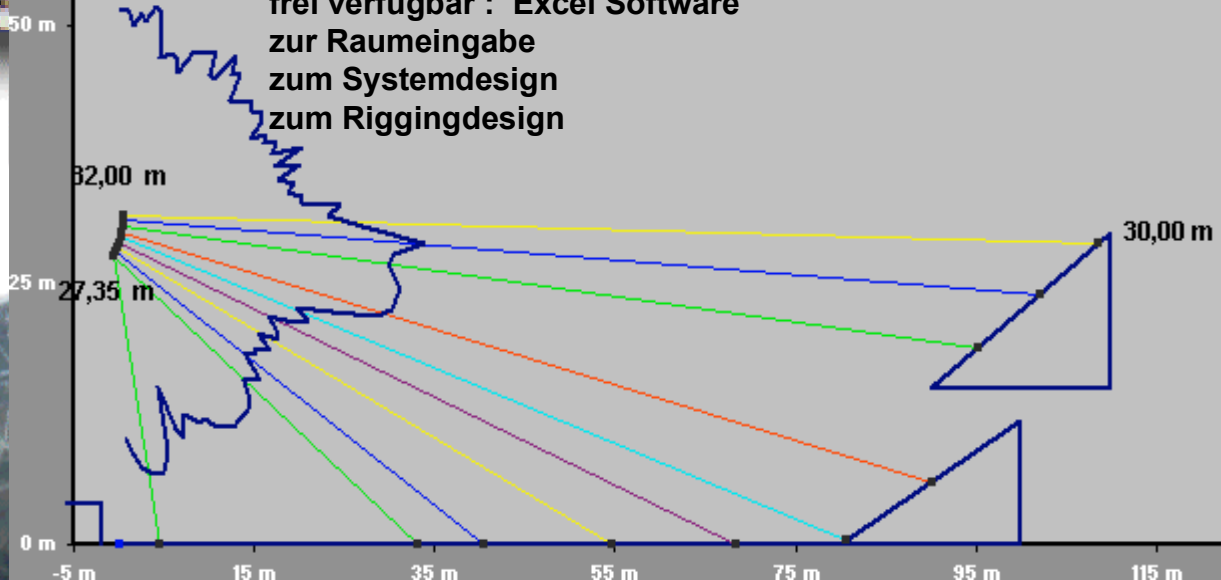


Line Arrays
was muss man
beachten ?

Wie sollte man sie
einsetzen ?



Das Hilfsmittel zum designen einer Beschallung mit Line Arrays
frei verfügbar : Excel Software
zur Raumeingabe
zum Systemdesign
zum Riggingdesign



Durch die
Eingabemöglichkeit
aller Rahmenbedingungen
lässt sich mit Hilfe dieses
sehr nützlichen,
kostenlosen
Tools eine relativ genaue
Vorhersage
aller zu erwartenden
Parameter machen !

