

Beschallung - Probleme und Lösungen

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 1 von 41

Übersicht

1. Erforderlicher Schallpegel an den Hörerplätzen
2. Erforderlicher Schallpegel an den Lautsprechern
3. Lautsprecheranordnung
 - 3.1 Verzögerte Schallabstrahlung
4. Lautsprecher
 - 4.1 Richtcharakteristik
 - 4.2 Anschluss
5. Akustische Rückkopplung

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 2 von 41

Fachausdrücke

Werden erklärt, bei Unklarheiten: NACHFRAGEN!!!

Notwendigkeit von Beschallung

- Eine Darbietung ist zu leise.
- Sprache wird wegen zu starkem Nachhall unverständlich.
- Es ist zuviel Störschall vorhanden.
- Es muss vom Tonband eingespielt werden. (Voll- oder Teilplayback)
- „Lautsprechermusik“ wird wiedergegeben.

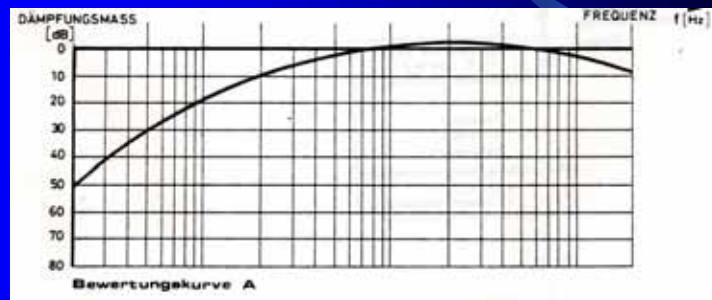
Aufgaben der Beschallungstechnik

- Stellt gleichmäßige und ausreichende Wiedergabelautstärke auf allen Hörerplätzen sicher.
- Strahlt viel Direktschall zu und erzeugt wenig Diffusschall.

1. Erforderlicher Schallpegel an den Hörerplätzen

- Auf allen Plätzen soll der Schallpegel gleich groß sein. (mit einer Toleranz von +/- 1,5 dB)
- Lautstärke wird nach subjektivem Hörempfinden gemessen.
- Einheit des Lautstärkepegels: phon.
- Nur zuverlässige Skala, wenn Lautstärke von Sinustönen unterschiedlicher Frequenz erfasst werden soll
- Ungeeignet für breitbandigen Schall: wird mit Bewertungsfiler gefiltert

1. Erforderlicher Schallpegel an den Hörerplätzen



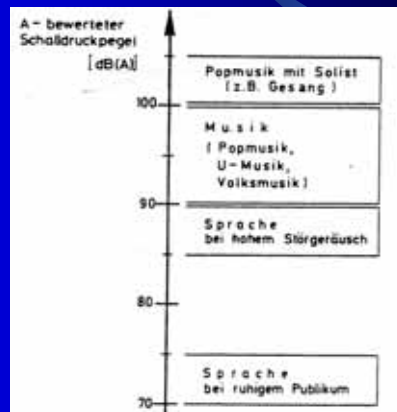
Bewertungskurve A für Schallpegelmessung

1. Erforderlicher Schallpegel an den Hörerplätzen

- Bewertungsfiter misst den A-bewerteten Schallpegel dBA
- Berücksichtigt die frequenzabhängige Empfindlichkeit des Gehörs
- Erforderlicher Schallpegel richtet sich nach dem vorhandenen Störschall (sollte immer 10 dB höher als der Störschall sein)

1. Erforderlicher Schallpegel an den Hörerplätzen

- Richtwerte:



2. Erforderlicher Schallpegel an den Lautsprechern

- abhängig von vielen Faktoren, deshalb nur Schätzung möglich

2. Erforderlicher Schallpegel an den Lautsprechern

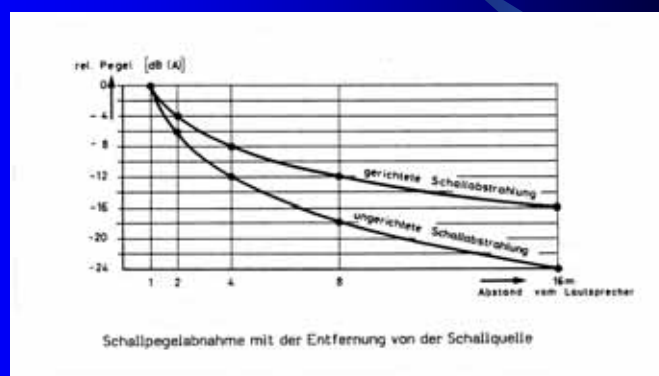
- Bei zunehmender Entfernung:
- kugelförmig strahlende Lautsprecher (alle Einzellautsprecher): 6 dB bei jeder Verdopplung der Entfernung
- gerichtete Schallstreuer: 4 dB auf jede Entfernungsverdopplung
- (in Lautsprecherdaten meist maximaler Schalldruck auf 1 m angegeben)

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 11 von 41

2. Erforderlicher Schallpegel an den Lautsprechern



Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 12 von 41

2. Freiluftbeschallung

- größere Entfernungen, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Wind
=> “Schallwetter” (witterungsbedingte Faktoren)
- Zunehmende Temperatur, abnehmende Luftfeuchtigkeit:
Schallpegel nimmt zusätzlich zur Entfernungsabnahme ab
(günstig: kühl und feucht, ungünstig: heiße Sommertage)
- bei Frequenzen oberhalb von 1000 Hz nimmt
schallwetterbedingte Dämpfung stark zu (Bsp.: 20°C, 50%
Luftfeuchtigkeit: Frequenz von 10.000 Hz wird um 15 dB
zusätzlich bedämpft)

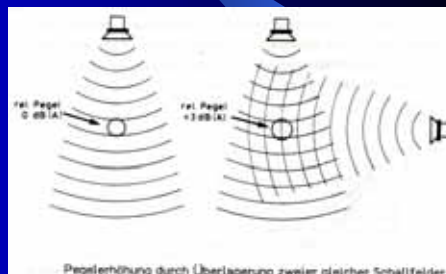
Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 13 von 41

2. Freiluftbeschallung

- bei Überlagerung 2er Schallfelder mit gleichem Schallpegel
ist der Gesamtpegel um 3 dB höher als jeder der sich
überlagernden Pegel.
- hörbar, aber unauffällig
- Erst bei 10 Lautsprechern
erhöht sich der Schalldruck
um 10 dB => entspricht
subjektiv etwa einer
Verdopplung der Lautstärke



Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 14 von 41

2. Im Laufe einer Veranstaltung

- Publikum wird lauter
 - ungünstige “Schallwetterlage” im Saal
 - Gewöhnung an die Saallautstärke
- => nachträgliche Erhöhung
- => Leistungsreserven müssen vorhanden sein, denn Verdopplung der Lautheit erfordert zehnfache elektrische Leistung!

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 15 von 41

3. Lautsprecheranordnung

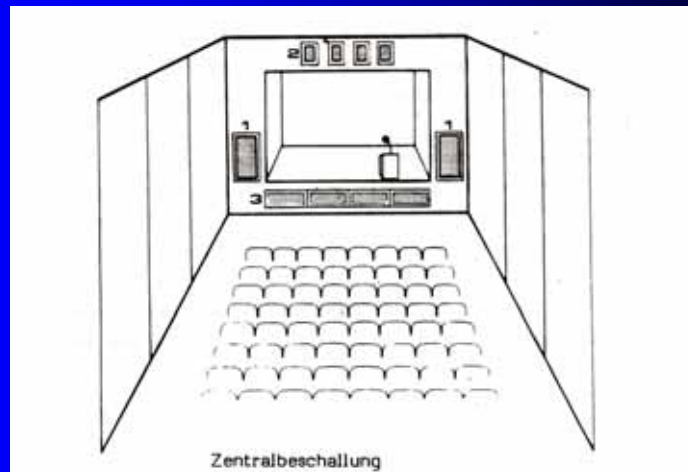
- Zentralbeschallung: links, rechts, über, vor der Bühne Lautsprecherboxen
- Zentralbeschallung mit Seitenlautsprechern
- Direkt-/Nahbeschallung (Berieselung): große Anzahl von Lautsprechern
- Bühnenbeschallung: Monitore für Musiker auf der Bühne
- müssen sich selbst und Mitspieler gut hören können
- bei Voll- oder Teilplayback muss die Tonproduktion für die Synchronisation der Bewegungen gut hörbar sein
- kann schon bei den Proben eingestellt werden, da unabhängig vom Publikum

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 16 von 41

3. Lautsprecheranordnung



Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 17 von 41

3. Lautsprecheranordnung

Vorteile:

- einfache Installation
- bei hoch angebrachten Lautsprecherzeilen auch hinten befriedigende Beschallung
- Lautsprecher nahe beim Geschehen: gute Übereinstimmung von akustischem und optischem Geschehen

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 18 von 41

3. Lautsprecheranordnung

- Nachteile:
- zu große Lautstärke für die ersten Stuhlreihen
- relativ hoher Diffusschall wegen der notwendigen hohen Schallleistung
- erhöhte Rückkopplungsgefahr wegen geringem Abstand von Mikrophon und Lautsprecher und wegen des relativ starken Diffusschalls
- bei Freiluftbeschallung: wegen der notwendigen Lautstärke werden Störungen verursacht (weit über das zu beschallende Gelände hinaus)

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 19 von 41

3. Lautsprecheranordnung



Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 20 von 41

3. Lautsprecheranordnung

Notwendig, wenn

- Saal groß oder lang ist: vorne zu laut, hinten zu diffus
- Saal stark hallig: Lautsprecher müssen nahe bei den Hörern stehen

Vorteil:

- Bühnenlautsprecher können leiser gestellt werden, leiser in den ersten Reihen und weniger Rückkopplungsgefahr

Nachteil:

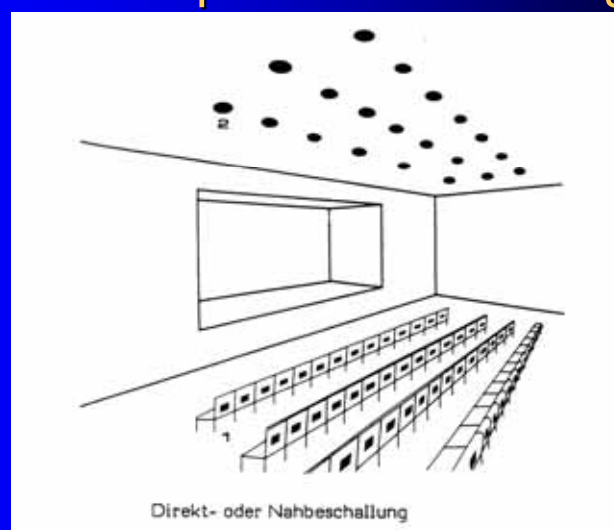
- Abstand zwischen Bühnen- und Seitenlautsprechern größer als 12 bis 15 Meter => Lautsprechersignale müssen verzögert abgestrahlt werden

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 21 von 41

3. Lautsprecheranordnung



Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 22 von 41

3. Lautsprecheranordnung

Vorteile:

- gleichmäßige Schallverteilung bei geringem Leistungsbedarf
- geringer Diffusschall
- gute Wortverständlichkeit
- Lautstärke gut dosierbar
- geringe Rückkopplungsgefahr
- bei Freiluftbeschallung: geringere Lärmbelastigung außerhalb des Beschallungsbereichs

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 23 von 41

3. Lautsprecheranordnung

Nachteile:

- aufwendige Installation
- Lautsprecherqualität nicht immer befriedigend
- i. a. keine Übereinstimmung von akustischem und optischem Geschehen

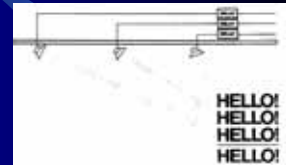
Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 24 von 41

3.1 Verzögerte Schallabstrahlung

- Problem: Schallsignal kommt von 2 oder mehr Schallquellen zum Hörer, die nicht den gleichen Abstand vom Hörer haben
- Zeitverzögerung der Abstrahlung desselben Tonsignals:
- bei $<30/40\text{ms}$: Hörereignis einheitlich, Hörort je nach Pegel und Laufzeit unterschiedlich (je nach Lautsprecherstandort) => Fehlortung
- bei $>40/50\text{ms}$: kein Gesamtsignal mehr, Echoeindruck entsteht
- Verzögerungszeit eines Lautsprechers errechnen:
 $(\text{Distanz von Schallquelle} - \text{Distanz von Lautsprecher}) \times 3 = \text{Zeit in Millisekunden}$
 Beispiel: $50\text{ m (Distanz Schallquelle)} - 35\text{ m (Distanz Lautsprecher)} = 15\text{ m}$
 $15 \times 3 = 45$ (45 ms ist die Zeit, die zu einem störenden Echo führt!)



Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 25 von 41

4. Wahl der richtigen Lautsprecher und Verstärker

4.1 Richtcharakteristik

4.2 Anschluss an den Verstärker

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 26 von 41

4.1 Richtcharakteristik

Gerichtete Charakteristik:

- beim Publikum soll möglichst viel Direktschall ankommen
- der Schall muss oft über größere Distanzen zugestrahlt werden
- gleichmäßige Beschallung gelingt mit gezielten Richtcharakteristiken besser
- Rückkopplungen sind leichter vermeidbar
- Bei Einsatz von unterschiedlich verzögerten Lautsprechern müssen die Beschallungsbereiche der Lautsprecher getrennt sein

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 27 von 41

4.1 Entstehung der Richtcharakteristik beim Lautsprecher

- punktförmige Schallquelle ist ungerichtet
- Lautsprecherzelle größerer Länge hat Schallbündelung
- abhängig vom Winkel zur Lautsprecherachse und von der Frequenz kommen Pegelerhöhungen und Auslöschungen zustande => gerichtet!

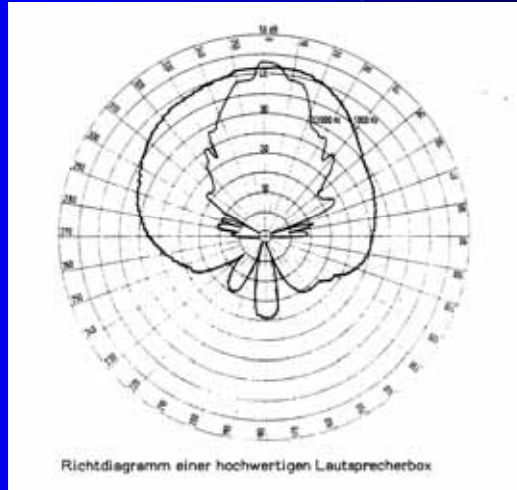


Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 28 von 41

4.1 Entstehung der Richtcharakteristik beim Lautsprecher

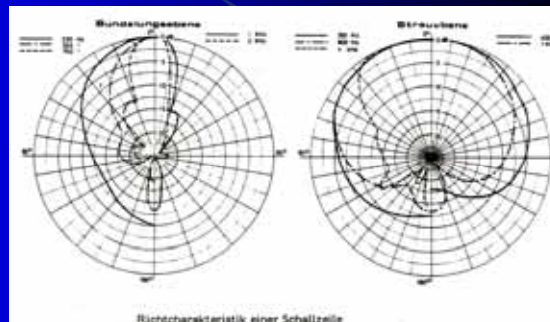
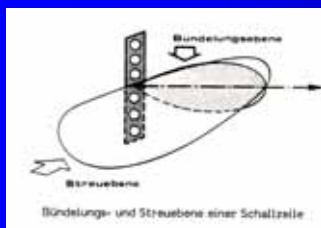


Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 29 von 41

4.1 Bündelungs- und Streuebene einer Schallzelle

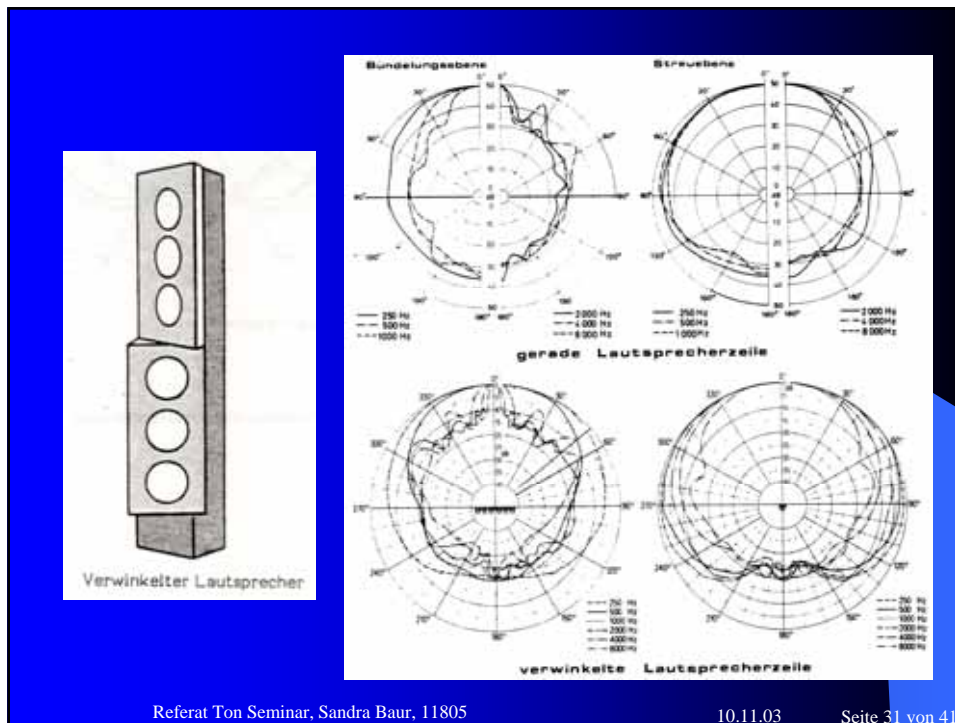


- für Frequenzen über 1000 Hz ist die Schallbündelung in der Bündelungsebene sehr stark
=> sorgfältige Ausrichtung

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

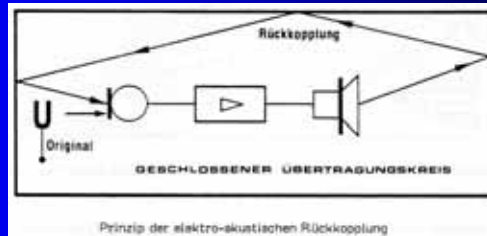
Seite 30 von 41



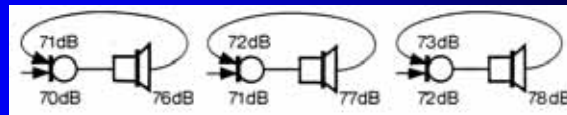
4.2 Anschluss

- Aktivboxen: Leistungsverstärker für das Lautsprechersystem ist in der Lautsprecherbox integriert
- Abgesetzte Leistungsverstärker: Leistungsverstärker und Lautsprecherbox sind getrennte Systeme
- 100-Volt-Technik: früheres Anschlusssystem

5. Akustische Rückkopplung



- Lautsprecherschall am Mikrofon ist lauter oder gleichlaut wie der Schall der Originalschallquelle



Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 33 von 41

5. Möglichkeiten der Vermeidung von Rückkopplungen

- möglichst wenig Direktschall vom Lautsprecher zum Mikrofon
- => Mikro nicht in den Schallbündelungsbereich stellen
- => gerichtete Lautsprecher verwenden



Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

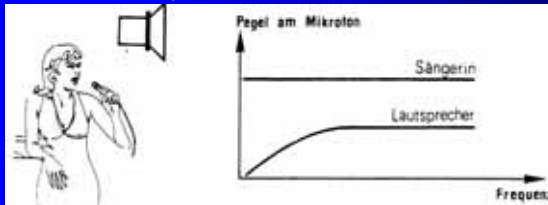
Seite 34 von 41

5. Möglichkeiten der Vermeidung von Rückkopplungen

- Tonsignal muss am Mikrofon einen möglichst hohen Pegel haben (verglichen mit dem rückgekoppelten Lautsprecherpegel)

=> Verwendung von Richtmikrofonen

=> geringer Mikrofonabstand (Umhänge-/Ansteckmikros für Redner)



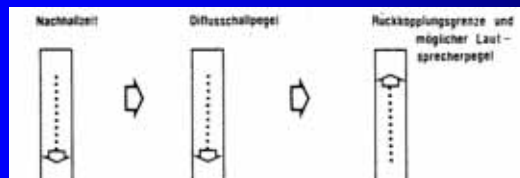
Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 35 von 41

5. Möglichkeiten der Vermeidung von Rückkopplungen

- geringer Diffusschallpegel (Nachhall so kurz wie möglich)



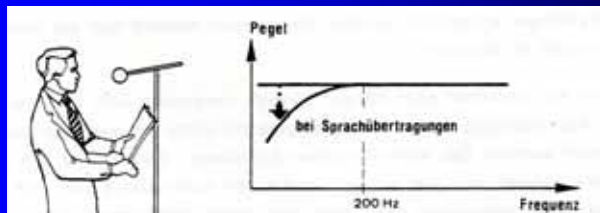
Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 36 von 41

5. Möglichkeiten der Vermeidung von Rückkopplungen

- tiefe Frequenzen werden abgesenkt bei Sprachübertragung
- => Schallbündelung von Lautsprechern und Mikrofonen ist bei tiefen Frequenzen nicht wirksam!



Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

Seite 37 von 41

5. Möglichkeiten der Vermeidung von Rückkopplungen

- Frequenzgänge von Lautsprechern und Mikrofonen sind nicht linear
 - => Rückkopplungsgrenze ist sehr frequenzabhängig
 - => Linearisierung des Frequenzganges des Lautsprechers
- grafische Filter (z. B. grafischer EQ) verwenden
- Frequenz, bei der die Rückkopplung auftritt, kann gezielt bedämpft werden
- Probieren hilft hier oft weiter als Messen!!!

Referat Ton Seminar, Sandra Baur, 11805

10.11.03

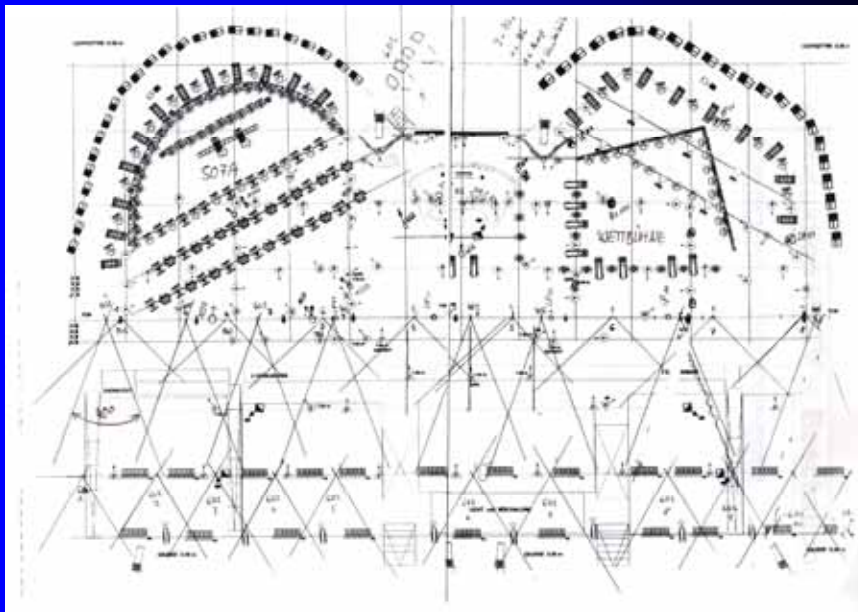
Seite 38 von 41

Zusammenfassung

Richtige Beschallung erfordert viel Erfahrung.
Am Anfang ist Probieren oft sehr hilfreich, da jede Location anders beschaffen ist.

Sicherheit ist gerade bei der Beschallung wichtig, weil oft viele Leute anwesend sind.
Leitungen müssen sorgfältig verlegt werden,
Lautsprecher sicher stehen.

Beschallungs- und Lichtplan „Wetten dass...?“



Weiterführende Literatur

- M. Dickreiter, „Handbuch der Tonstudioteknik“
- M. Dickreiter, „Beschallung“
- Hubert Henle, „Das Tonstudio Handbuch“
- ZDF-Infomaterial