



Swiss Acoustical Society
Société Suisse d'Acoustique
Schweizerische Gesellschaft für Akustik
Società Svizzera di Acustica
c/o Suva Akustik, Luzern

Beschallungsanlagen für Sprache

Empfehlungen
für
Architekten und Bauherrschaften

Ausgabe Januar 2001

Zusammenfassung

Die Schweizerische Gesellschaft für Akustik SGA ist Herausgeberin von Empfehlungen für Beschallungsanlagen für Sprache. Sie will damit Architekten und Bauherrschaften bei der Beschaffung oder Sanierung von Beschallungsanlagen unterstützen. Die Schrift umfasst die folgenden Teile:

- Teil I** Einleitung, Geltungsbereich.
- Teil II** Vorgehen bei der Planung und Realisierung von Beschallungsanlagen. Anforderungen an Beschallungsanlagen.
- Teil III** Allgemeine Erläuterungen zum Umfeld, zum Konzept und zu den Bausteinen einer Beschallungsanlage.
- Teil IV** Technische Hinweise zur Überprüfung der Anforderungen.
- Teil V** Induktive Höranlage für Schwerhörige.
- Teil VI** Anhang.

In der folgenden Zusammenfassung verweisen die Zahlen in den Klammern auf die entsprechenden Abschnitte der vorliegenden Empfehlung.

- Die Empfehlung gilt für die Sprachbeschallungen in Räumen wie Vortragssälen, Auditorien in Schulen, Mehrzwecksälen, Parlamenten, Konferenzsälen, Gerichten, Kirchen, Opernhäusern und Konzertsälen, Theatern, Museen, Ausstellungshallen, Sporthallen, Fabrikationsgebäuden, Bahnhofshallen und ähnliche Räumen, sowie im Freien wie in Sportanlagen, grossen Stadien etc.
- Die Planung und Realisierung von Beschallungsanlagen für Sprache muss mit professionellem Fachwissen in den folgenden Schritten durchgeführt werden:
 - Erstellen eines Pflichtenhefts
 - Abklären der Raumakustik
 - Erstellen eines Konzeptes der Anlage
 - Ev. Probeschallung
 - Ausschreibung
 - Vergleich der Offerten
 - Realisierung
 - Abnahme der Anlage
- Die Beteiligten sind: Bauherrschaft, Nutzer, Architekt, ev. Akustiker, Beschallungsplaner, Unternehmer. (4, Anhänge A, B)
- Eine gute Raumakustik ist Voraussetzung für das richtige Funktionieren einer Beschallungsanlage. Die Planung einer Beschallungsanlage muss deshalb in Korrespondenz mit der raumakustischen Planung erfolgen. (5.2.2, 6, 7.2)
- Die Kenntnis der Störgeräuschpegel beim Betrieb der Beschallungsanlage ist grundlegend für die richtige Dimensionierung der Beschallungsanlage. (6, 7.4)
- In den Empfehlungen sind Anforderungen an Beschallungsanlagen für Sprache in bezug auf Sprachverständlichkeit, Lautstärke, Lautstärkeverteilung, Klangqualität, Ortung, Bedienung und Betriebssicherheit festgelegt. (5)
- Die Anforderungen an die Beschallungsanlage sollen möglichst so gestellt sein, dass sie klar überprüfbar sind. (5, 6, 12)
- Für Beschallungsanlagen, die Notrufe übermitteln müssen, um z.B. einen Raum oder einen Bereich im Freien im Notfall evakuieren zu können, muss die Schweizer und Internationale Norm SN EN 60849:1998/IEC 60849:1998 eingehalten werden. Diese Norm enthält detaillierte Anforderungen. (5.3)
- Auch andere Beschallungsanlagen, die nicht ausdrücklich als Notrufsystem ge-

- plant sind, sollten die oben erwähnte Norm wenigstens in den wichtigsten Teilen erfüllen, wenn sie für grössere Menschenansammlungen eingerichtet werden. (5.2)
- Räume ergeben in bezug auf die Beschallung ganz unterschiedliche Randbedingungen: Nutzung, Geometrie, Nachhall, etc. In der Empfehlung werden einige Hinweise zu Problemen in spezifischen Räumen gemacht. (6, 9)
 - Je nach den gegebenen Randbedingungen ergibt ein anderes Beschallungskonzept die besseren Resultate. (9)
 - Die Zentralbeschallung führt in der Regel zu den besten Ergebnissen in bezug auf Sprachverständlichkeit, Lautstärkeverteilung, Klangqualität und Ortung. Wenn die geometrischen oder akustischen Bedingungen für eine Zentralbeschallung nicht gegeben sind, muss eine andere Lösung gesucht werden. (9.2, 9.3)
 - Eine Direkt- oder Nahbeschallung (z.B. Lautsprecher auf dem Pult) kann unter sehr schwierigen Bedingungen eine gute Lösung sein. (9.4)
 - Eine Folgebeschallung wird in sehr halligen Räumen oder bei besonderen geometrischen Verhältnissen eingesetzt. (9.5)
 - Eine Frontal- oder Portalbeschallung ist eine weitere Variante, welche bei bestimmten geometrischen Randbedingungen realisiert wird. (9.6)
 - Eine Deckenbeschallung (z.B. Einbau der Lautsprecher in eine abgehängte Decke) sollte nur bei niedrigen Räumen verwendet werden. (9.7)
 - Eine Beschallungsanlage muss möglichst einfach aufgebaut werden. Sie enthält also nur die unbedingt notwendigen Geräte. (8)
 - Lautsprecher müssen speziell für ihre Aufgabe der Sprachbeschallung ausgewählt werden. Je nach Raumgeometrie und raumakustischen Verhältnissen ist ein anderer Lautsprechertyp optimal. Musikkautsprecher eignen sich in der Regel nicht. (8.2)
 - Auch die Mikrofone sind für die jeweilige Situation auszuwählen. (8.3)
 - Effektgeräte wie Klangverbesserer, Sprachverbesserer, Harmonizer etc. sind unnötig. Sie führen sogar oft zu einer Verschlechterung der Ergebnisse. (8.4)
 - Bei sehr schwierigen Situationen können spezielle Feedback-Eliminatoren zur Verbesserung der maximal erreichbaren Verstärkung eingesetzt werden. (8.4)
 - Das Sprechen mit dem Mikrofon erfordert eine grosse Disziplin. Sprecherinnen und Sprecher sind entsprechend zu instruieren. Für Personen, die häufig vor Publikum sprechen, sind spezielle Kurse zu empfehlen. (10.1)
 - Je nach Grösse der Anlage müssen zwei, drei oder mehrere Personen über die richtige Einstellung der Anlage instruiert werden. (10.2)
 - In den eingangs erwähnten Räumen muss eine spezielle Übertragungsanlage für Hörbehinderte installiert werden. In der Regel ist das Prinzip der induktiven Höranlage der Übertragung mit Infrarot oder Funk vorzuziehen. Dabei müssen unbedingt einige Grundregeln beachtet werden, die in der Empfehlung aufgeführt sind. (13)

Impressum

©2001, Schweizerische Gesellschaft für Akustik SGA

Ausgabe Januar 2001

Diese Empfehlungen werden herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Akustik SGA. Von dieser Schrift existiert auch eine französische Fassung. Die Empfehlungen wurden verfasst von der Arbeitsgruppe Beschallung mit den Mitgliedern

Kurt Eggenschwiler, Dipl. Akustiker SGA, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA, Abt. Akustik/Lärmbekämpfung, Dübendorf
(Vorsitz)

Victor Desarnaulds, Dipl. Akustiker SGA, Ingenieurbüro G. Monay, Lausanne

Thomas Imhof, Dipl. Akustiker SGA, Imhof Akustik AG, Speicher

Walter Köller, Dipl. Akustiker SGA, AAB - J. Stryjenski & H. Monti, Genève

David Norman, David Norman Audio Consulting, Ipsach

unter Mitarbeit von

Karl Baschnagel, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA, Abt. Akustik/Lärmbekämpfung, Dübendorf



Swiss Acoustical Society
Société Suisse d'Acoustique
Schweizerische Gesellschaft für Akustik
Società Svizzera di Acustica
c/o Suva Akustik, Luzern

Schweizerische Gesellschaft für Akustik, SGA-SSA
c/o Bereich Akustik Suva
Postfach 4358
6002 Luzern
Fax 041 419 62 13
Homepage: www.sga-ssa.ch Email: info@sga-ssa.ch

Inhaltsverzeichnis

I	1
1 Einleitung	3
2 Geltungsbereich der Empfehlungen	4
3 Aufgaben einer Beschallungsanlage für Sprache	5
3.1 Der Unterschied von Beschallungsanlagen für Sprache und Musik .	5
3.2 Die Sprachverständlichkeit	5
3.3 Anforderungen an eine Beschallungsanlagen für Sprache	7
II	9
4 Vorgehen bei Planung und Realisierung einer Beschallungsanlage	11
4.1 Überblick	11
4.2 Vorgehen	12
4.2.1 Partner bei Planung und Realisierung einer Beschallungs- anlage	12
4.2.2 Pflichtenheft	12
4.2.3 Raumakustische Abklärungen	13
4.2.4 Konzept für Beschallung und Schwerhörigenanlage	13
4.2.5 Probebeschallung	13
4.2.6 Ausschreibung	14
4.2.7 Technische Kontrolle und Preisvergleich der Offerten	14
4.2.8 Realisierung	14
4.2.9 Abnahme der Anlage inkl. Überprüfung der Schwerhörigen- anlage	14
5 Anforderungen an Beschallungsanlagen	15
5.1 Einleitung	15
5.2 Allgemeine Beschallungsanlagen	16
5.2.1 Einleitung	16
5.2.2 Raumakustische Voraussetzungen	16
5.2.3 Anforderungen an die Sprachverständlichkeit	16
5.2.4 Weitere Anforderungen und Empfehlungen	17
5.3 Notrufsysteme inkl. Anlagen mit Notruffunktion	21
6 Empfehlungen für bestimmte Typen von Beschallungsanlagen	22
6.1 Einleitung	22
6.2 Schulzimmer, kleines Auditorium	22
6.3 Mittleres und grosses Auditorien, Hörsaal	22
6.4 Mehrzwecksaal. Kombination Turnhalle/Mehrzwecksaal	24
6.5 Parlamentssaal	25

6.6	Kirchen	26
6.6.1	Raumakustik	26
6.6.2	Zentralbeschallung	26
6.6.3	Folgebeschallung	27
6.6.4	Nahbeschallung	29
6.6.5	Beschallung mit elektronisch gesteuerten Schallzeilen	29
6.6.6	Weitere Besonderheiten von Kirchen	31
6.7	Konzertsaal	31
6.8	Theater, Opernhaus	31
6.9	Bahnhofhallen, Flughafenhallen	31
6.10	Warenhaus, grössere Gaststätten	32
6.11	Museen, Ausstellungshallen	32
6.12	Sporthallen mit und ohne Publikumsbereiche	32
6.13	Räume für Massenveranstaltungen / Sportanlagen und grosse Stadien im Freien	32
6.14	Industrieanlagen	33
6.15	Übersicht	35

III 37

7 Umfeld der Beschallungsanlage 39

7.1	Einleitung	39
7.2	Beschallungsanlagen in Räumen: Raumgeometrie, Schallreflexionen und Nachhall	39
7.2.1	Einleitung	39
7.2.2	Volumen	39
7.2.3	Raumgeometrie	40
7.2.4	Raumakustik und Sprachverständlichkeit	40
7.2.5	Bemerkung zur Planung von Beschallungsanlagen in Räumen	40
7.3	Beschallungsanlagen im Freien	41
7.4	Störgeräusche	41

8 Bausteine der Beschallungsanlage 42

8.1	Einleitung	42
8.2	Lautsprecher	43
8.2.1	Einleitung	43
8.2.2	Kompaktlautsprecher	44
8.2.3	Hornlautsprecher	44
8.2.4	Basslautsprecher	47
8.2.5	Zeilenlautsprecher	47
8.2.6	Elektronisch gesteuerte Zeilenlautsprecher	48
8.3	Mikrofone	50
8.3.1	Einleitung	50
8.3.2	Kabelgebundene Mikrofone	50
8.3.3	Kabelfreie Mikrofone - Funkmikrofone	52
8.3.4	Richtige Anordnung von Mikrofonen	54
8.4	Weitere elektroakustische Komponenten	55
8.4.1	Einleitung	55
8.4.2	Mikrofonvorverstärker	56
8.4.3	Mischverstärker	56
8.4.4	Mischpulte	57
8.4.5	Equalizer	57

8.4.6	Frequenzweichen	57
8.4.7	Zeitverzögerung (Time Delay)	57
8.4.8	Klangverbesserer, Sprachverbesserer, Harmonizer	57
8.4.9	Digitalmatrix	58
8.4.10	Feedback-Eliminator	58
8.4.11	Leistungsverstärker	58
8.4.12	100V Systeme / niederohmige Systeme	58
9	Beschallungsvarianten	60
9.1	Einleitung	60
9.2	Zentralbeschallung mit einer einzigen Lautsprecherposition	60
9.3	Zentralbeschallung mit Unterstützungslautsprecher	61
9.4	Direkt- oder Nahbeschallung	61
9.5	Folgebeschallung	62
9.6	Frontal- oder Portalbeschallung	63
9.7	Deckenbeschallung	63
9.8	Beschallung im Freien	64
10	Betrieb der Beschallungsanlage	65
10.1	Sprechen mit dem Mikrofon	65
10.2	Bedienung der Beschallungsanlage	66
IV		67
11	Berechnung von Beschallungsanlagen	69
11.1	Raumakustik	69
11.2	Beschallungsanlage	69
12	Definition der akustischen Messgrößen / Akustische Messtechnik für Beschallungsanlagen	71
12.1	Sprachverständlichkeit	71
12.1.1	Einleitung	71
12.1.2	Messung der Verständlichkeit durch Befragungen	71
12.1.3	Physikalische Masse für die Sprachverständlichkeit	72
12.1.4	Messung der Sprachverständlichkeit zur Überprüfung der Anforderungen	73
12.2	Schalldruckpegel / Verstärkung	75
12.2.1	Schalldruckpegel	75
12.2.2	Verstärkung und maximal mögliche Verstärkung	76
12.2.3	Pegel des Direktschalls	76
12.3	Wiedergabefrequenzgang	76
12.4	Messung der Nachhallzeit	77
12.5	Hörversuche	78
12.5.1	Allgemeine Hörversuche	78
12.5.2	Befragungen	78
V	Induktive Höranlagen für Schwerhörige	79
13	Induktive Höranlagen für Schwerhörige	81
13.1	Einleitung	81
13.2	Anforderungen	82

13.3 Planung	83
VI Anhang	85
A Beispiel eines Pflichtenhefts einer Beschallungsanlage	87
B Beispiel eines Ausschreibungstexts für eine Beschallungsanlage	88
C Weiterführende Literatur / Quellennachweis	94
C.1 Normen, Richtlinien, Verordnungen	95
C.2 Fachliteratur	96
C.3 Quellennachweis der Abbildungen	96