



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](http://www.sga-ssa.ch) Email: [info@sga-ssa.ch](mailto:info@sga-ssa.ch)

# Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2 Geltungsbereich der Empfehlungen</b>	<b>4</b>
<b>3 Aufgaben einer Beschallungsanlage für Sprache</b>	<b>5</b>
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
<b>II</b>	<b>9</b>
<b>4 Vorgehen bei Planung und Realisierung einer Beschallungsanlage</b>	<b>11</b>
4.1 Überblick . . . . .	11
4.2 Vorgehen . . . . .	12
4.2.1 Partner bei Planung und Realisierung einer Beschallungsanlage . . . . .	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 Schwerhörigenanlage . . . . .	14
<b>5 Anforderungen an Beschallungsanlagen</b>	<b>15</b>
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
<b>6 Empfehlungen für bestimmte Typen von Beschallungsanlagen</b>	<b>22</b>
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
<b>9</b>	<b>Beschallungsvarianten</b>	<b>60</b>
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
<b>10</b>	<b>Betrieb der Beschallungsanlage</b>	<b>65</b>
10.1	Sprechen mit dem Mikrofon . . . . .	65
10.2	Bedienung der Beschallungsanlage . . . . .	66
<b>IV</b>		<b>67</b>
<b>11</b>	<b>Berechnung von Beschallungsanlagen</b>	<b>69</b>
11.1	Raumakustik . . . . .	69
11.2	Beschallungsanlage . . . . .	69
<b>12</b>	<b>Definition der akustischen Messgrößen / Akustische Messtechnik für Beschallungsanlagen</b>	<b>71</b>
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
<b>V</b>	<b>Induktive Höranlagen für Schwerhörige</b>	<b>79</b>
<b>13</b>	<b>Induktive Höranlagen für Schwerhörige</b>	<b>81</b>
13.1	Einleitung . . . . .	81
13.2	Anforderungen . . . . .	82

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