

Tontechnik in Theatern und Mehrzweckhallen

Maßnahmen zum Vermeiden einer Gehörgefährdung des Publikums
durch hohe Schalldruckpegel bei Lautsprecherwiedergabe**DIN**
15 905
Teil 5

Acoustics in theatres and multipurpose halls; Measures to avoid impairing the audience's hearing by high sound-pressure levels from loudspeaker reproduction

L'acoustique dans les théâtres et les salles polyvalentes; Mesures pour éviter le danger de lésion de l'ouïe de l'auditoire par un niveau de pression acoustique élevé lors d'une reproduction à haut-parleurs

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm legt Verfahren zum Ermitteln des Beurteilungspegels für die Geräuschimmission an festgelegten Orten in Theatern, Mehrzweckhallen und Konzertsälen im Hinblick auf die Gehörgefährdung des Publikums beim Einsatz von Lautsprecheranlagen bei Tondarbietungen aller Art fest.

Die „Tondarbietungen aller Art“ werden in dieser Norm als „Musikdarbietungen“ bezeichnet.

Diese Norm gibt weiterhin einen Grenzwert für den Beurteilungspegel an, bei dessen Überschreitung eine Gehörgefährdung für das Publikum besteht.

Diese Norm enthält abschließend Angaben über das Erkennen einer tatsächlichen oder einer sich während der Musikdarbietung abzeichnenden Überschreitung des Grenzwertes für den Beurteilungspegel, um Konsequenzen ergreifen zu können.

Lautsprecherdurchsagen in Gefahren- oder Katastrophenfällen sind von dieser Norm nicht betroffen.

Anmerkung: Der Schutz der in den Räumen beruflich tätigen Personen vor einer Gehörgefährdung ist nicht Gegenstand dieser Norm.

2 Meß- und Kenngrößen

T_a Dauer seit Beginn der Musikdarbietung bis zu einem definierten Meßzeitpunkt

T_e Gesamtdauer der Musikdarbietung einschließlich der Unterbrechungen

T_r Beurteilungsdauer (in dieser Norm gilt $T_r = 2$ h)

$L_A(t)$ Der mit der Frequenzbewertung A und entweder ohne Zeitbewertung oder mit der Zeitbewertung S oder F gemessene Schalldruckpegel*) $L_{AS}(t)$ oder $L_{AF}(t)$ in Abhängigkeit von der Zeit t

$$L_{A\text{eq},T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1 L_A(t)/\text{dB}} dt \right] \text{ dB} \quad (1)$$

Äquivalenter Dauerdruckpegel nach DIN 45 641 aus dem zeitlich veränderlichen Schalldruckpegel über die Mittelungsdauer T

$L_{A\text{eq},T_a}$ Äquivalenter Dauerschalldruckpegel nach Gleichung (1) über die Teildauer $T = T_a$ der Musikdarbietung

$L_{A\text{eq},T_e}$ Äquivalenter Dauerschalldruckpegel nach Gleichung (1) über die Gesamtdauer $T = T_e$ der Musikdarbietung

$$L_r = L_{A\text{eq},T_e} + 10 \lg \frac{T_e}{T_r} \text{ dB mit } T_r = 2 \text{ h} \quad (2)$$

Beurteilungspegel (siehe DIN 45 645 Teil 1) als Kenngröße für die Geräuschimmission bei einer Musikdarbietung der Dauer T_e , bezogen auf eine Beurteilungszeit $T_r = 2$ h.

Anmerkung: Die nach DIN 45 645 Teil 1 für die Ermittlung des Beurteilungspegels vorgesehenen Zuschläge (Impulzzuschlag, Tonzuschlag) werden in dieser Norm nicht berücksichtigt, weil davon ausgegangen wird, daß ihre Werte gering ausfallen ($K_I, K_T \leq 2$ dB).

L_{r,T_a} Beurteilungspegel nach Gleichung (2) über die Teildauer $T = T_a$ der Musikdarbietung

L_{r,T_e} Beurteilungspegel nach Gleichung (2) über die Gesamtdauer $T = T_e$ der Musikdarbietung

$L_{r,g}$ Grenzwert für den Beurteilungspegel

3 Grenzwert für den Beurteilungspegel

Als Grenzwert für den Beurteilungspegel im Hinblick auf die Gehörgefährdung des Publikums gilt

$$L_{r,g} = 99 \text{ dB für } T_r = 2 \text{ h}$$

Begründung für diesen Wert siehe Erläuterungen.

Rechnerische Zusammenhänge siehe Tabelle 1.

Tabelle 1. Zusammenhang zwischen Gesamtdauer T_e der Musikdarbietung und Höchstwert für den äquivalenten Dauerschalldruckpegel $L_{A\text{eq},T_e}$ beim Grenzwert $L_{r,g} = 99$ dB für den Beurteilungspegel L_r (siehe Gleichung (2))

Gesamtdauer der Musikdarbietung T_e	Höchstwert für den Beurteilungspegel L_{r,T_e}
8 h	93 dB
4 h	96 dB
2 h ($T_e = T_r$)	99 dB ($L_{r,g}$)
1 h	102 dB

4 Messung und Auswertung**4.1 Meßgeräte**

Die Meßgröße $L_{AS}(t)$ oder $L_{AF}(t)$ wird mit einem Schallpegelmessers mindestens der Genauigkeitsklasse 2 nach DIN IEC 651 ermittelt. Die äquivalenten Dauerschalldruckpegel nach DIN 45 641 können auch mit einem integrierenden mittelwertbildenden Schallpegelmessers mindestens der Genauigkeitsklasse 2 nach DIN IEC 804 ermittelt werden.

*) In dieser Norm werden ausschließlich Schalldruckpegel behandelt. Daher wird auf den Index „p“ am Formelzeichen L für den Pegel verzichtet.

Fortsetzung Seite 2 und 3

Normenausschuß Bühnentechnik in Theatern und Mehrzweckhallen (FNTh) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Bild und Film (photokinsonorm) im DIN
Normenausschuß Akustik und Schwingungstechnik (FANAK) im DIN

**Documents**

Document Sharing Hub

Die Meßgeräteketten einschließlich der Mikrophone ist regelmäßig mit einem akustischen Kalibrator nach DIN IEC 942 zu überprüfen.

Siehe auch Abschnitt 4.4.3.

4.2 Maßgeblicher Immissionsort für den Beurteilungspegel

Die Hörerplätze müssen einen Mindestabstand von 3 m vom Lautsprecher haben. Der maßgebliche Immissionsort, für den der Beurteilungspegel gebildet wird, ist der Hörerplatz, wo der höchste Schalldruckpegel erwartet wird. Dies ist unter Berücksichtigung der Richtwirkung der Lautsprecher üblicherweise der dem Lautsprecher nächstgelegene Hörerplatz.

Bei verteilten Lautsprecheraufbauten (z.B. 2 Türme) gibt es mehrere Plätze mit hohen Schalldruckpegeln, von denen derjenige mit dem höchsten Schalldruckpegel zu wählen ist.

4.3 Meßorte der Mikrophone während der Musikedarbietung

Um die Betriebssicherheit sicherzustellen, sind mindestens zwei Meßmikrophone im zu beschallenden Raum oberhalb des Publikums, vorzugsweise im Deckenbereich, anzubringen. Sie dürfen dem Publikum nicht zugänglich sein.

Anmerkung: Werden z.B. zwei Meßmikrophone mit gleicher Vorverstärkung auf einen Summenverstärker geschaltet, ist sichergestellt, daß auch beim Ausfall eines der beiden Meßmikrophone Messungen durchgeführt werden können.

Sind im Raum verschiedene Lautsprecherorte bzw. Lautsprecheraufbauten und/oder andere maßgebliche Immissionsorte nach Abschnitt 4.2 möglich, so soll mindestens an zwei Meßorten im räumlichen Bereich (bis zu wenigen Metern entfernt voneinander) über dem jeweiligen Immissionsort nach Abschnitt 4.2 gemessen werden.

Werden nur zwei Meßmikrophone benutzt, so sollten sie sich im räumlichen Bereich direkt über dem Immissionsort für den Beurteilungspegel nach Abschnitt 4.2 befinden.

4.4 Korrekturwerte

4.4.1 Notwendigkeit der Korrekturwerte

Da zwischen den Meßorten nach Abschnitt 4.3 und den maßgeblichen Immissionsorten nach Abschnitt 4.2 unterschiedliche Schalldruckpegel auftreten, müssen Oktav-Schalldruckpegeldifferenzen als Korrekturwerte K_{Oct} ermittelt werden. Diese Korrekturwerte sind während einer Musikedarbietung zu berücksichtigen.

4.4.2 Ermittlung der Korrekturwerte

Die zum Ermitteln der Korrekturwerte verwendeten Lautsprecher sind die später eingesetzten Beschallungslautsprecher. Falls diese für die Voruntersuchung nicht einsetzbar sind, müssen die ersatzweise verwendeten Lautsprecher eine den später eingesetzten Beschallungslautsprechern entsprechende Richtcharakteristik aufweisen. Die Lautsprecherorte entsprechen denjenigen bei der späteren Musikedarbietung. Die Lautsprecher werden mit rosa Rauschen über die Oktaven mit den Mittenfrequenzen 63 bis 8000 Hz beaufschlagt.

Zunächst werden mit einem gesonderten Mikrophon am Immissionsort nach Abschnitt 4.2 bei betriebenen Lautsprechern die Oktavschalldruckpegel L'_{Oct} für die Oktaven mit den Mittenfrequenzen 63 bis 8000 Hz ermittelt.

Danach werden bei betriebenen Lautsprechern aus den in einem Summenverstärker zusammengefaßten Signalen der Meßmikrophone nach Abschnitt 4.3 (nach jeweils gleicher Vorverstärkung) die Oktavschalldruckpegel L'_{Oct} für dieselben Oktaven ermittelt.

Anmerkung: Die Signale der Meßmikrophone können auch einzeln ausgewertet und später zu den Oktavschalldruckpegeln L'_{Oct} zusammengefaßt werden.

Die Korrekturwerte für jede Oktave und für den angewendeten Lautsprecheraufbau (mit zugeordnetem Immissionsort) ergeben sich zu

$$K_{\text{Oct}} = L'_{\text{Oct}} - L_{\text{Oct}} \quad (3)$$

Anmerkung: Sind im Raum verschiedene Lautsprecherorte möglich und sollen diese alle mit den Meßmikrophonen erfäßbar sein, so sind die Korrekturwerte K_{Oct} für jeden Lautsprecheraufbau (mit den zugeordneten Immissionsorten nach Abschnitt 4.2) zu bestimmen.

4.4.3 Auswerten der Korrekturwerte K_{Oct}

Die nach Abschnitt 4.4.2 ermittelten Korrekturen K_{Oct} gelten für den angewendeten Lautsprecheraufbau (und damit für den zugeordneten Immissionsort nach Abschnitt 4.2) und für die benutzte Meßmikrophonanordnung.

Anmerkung: Diese Korrekturwerte K_{Oct} werden z.B. als digitale oder analoge Korrekturwerte mittels eines Entzerrernetzwerks in der Meßeinrichtung realisiert und für die Messung während der Musikedarbietung (siehe Abschnitt 4.5) verwendet.

Die Korrekturwerte K_{Oct} sind im allgemeinen für jede Kombination von Lautsprecheraufbau, zugeordnetem Immissionsort für den Beurteilungspegel und Meßmikrophonanordnung unterschiedlich. Die Signale aller Meßmikrophone (bei jeweils gleicher Vorverstärkung) werden als Summe einem Schallpegelmesser zugeführt. Dort werden die Korrekturwerte K_{Oct} addiert und mit der Frequenzbewertung A bewertet, um am Ausgang des Schallpegelmessers den A-Schalldruckpegel $L_A(f)$ zu erhalten.

4.5 Messung und Auswertung während der Musikedarbietung

Während der Musikedarbietung wird nach Abschnitt 4.4.3 der A-Schalldruckpegel $L_A(f)$ für den maßgeblichen Immissionsort nach Abschnitt 4.2 ermittelt.

Mit Hilfe der Gleichungen nach Abschnitt 2 kann zum Beurteilen der Gefahr einer Überschreitung des Grenzwertes $L_{T,g}$ während der Musikedarbietung der äquivalente Dauerschall- druckpegel $L_{A \text{ eq}, T_a}$ gebildet werden. Dadurch sind die Maßnahmen nach Abschnitt 4.5.1 und/oder Abschnitt 4.5.2 möglich.

Sobald L_{T,T_a} nach Abschnitt 2 den Wert 99 dB überschreitet, ist der Grenzwert für die gesamte Darbietung überschritten, und es sind zum Vermeiden einer Gehörgefährdung entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

Anmerkung: In diesem Fall führt eine Fortführung der Darbietung auch mit niedrigeren Schallpegeln zu einer zunehmenden Überschreitung des Grenzwertes.

Der Beurteilungspegel L_{T,T_e} am Ende der Musikedarbietung wird nach Abschnitt 2 ermittelt. Er darf den Grenzwert 99 dB nicht überschreiten.

4.5.1 Auswertung durch Einsatz optischer Anzeigen

Sobald bei Kenntnis der voraussichtlichen Gesamtdauer der Musikedarbietung der Pegel $(L_{A \text{ eq}, T_a} + 10 \lg \frac{T_e}{T_r})$ dB den Wert 99 dB überschreitet, muß der Pegel des Restes der Darbietung ausreichend niedriger sein, um eine Überschreitung des Grenzwertes durch L_{T_r} am Ende der Darbietung zu vermeiden.

Der Pegel $(L_{A \text{ eq}, T_a} + 10 \lg \frac{T_e}{T_r})$ dB kann zur Verdeutlichung der Pegelhöhe der Musikedarbietung optisch angezeigt werden (siehe Tabelle 2). Damit können die Mitwirkenden oder das Publikum gewarnt werden. Das Bedienungspersonal der Beschallungsanlage soll damit veranlaßt werden, den Pegel herabzusetzen.