

Geräuschmessung an Maschinen

Luftschallemission, Hüllflächen-Verfahren
Rahmenverfahren für 3 Genauigkeitsklassen**DIN**
45 635
Teil 1Measurement of airborne noise emitted by machines; enveloping surface method;
basic requirements for 3 accuracy classes

Ersatz für Ausgabe 01.72

Zusammenhang mit den von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Internationalen Normen ISO 3740-1980, ISO 3744-1981, ISO 3745-1977, ISO 3746-1979, ISO/DIS 3748-1983 und ISO/DIS 6081.2-1984, siehe Erläuterungen.

Auf der Ausgabe Januar 1972 dieser Norm basieren zahlreiche Folgeteile für spezielle Maschinenarten. Diese Folgeteile bleiben weiterhin gültig, solange sie nicht durch überarbeitete Ausgaben ersetzt sind.

Ein Verzeichnis der bereits behandelten Maschinenarten enthält Beiblatt 3 zu DIN 45 635.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	4	9 Meßbericht (Meßprotokoll)	17
2 Bezeichnung	5	10 Ergebnisbericht	18
3 Begriffe, Größen	5	Anhang A Meßflächenformen und Meßpunktanordnungen	18
4 Meßgeräte	9	Anhang B Anforderungen an die Meßumgebung und Eignungsprüfung	24
5 Meßgegenstand und Meßbedingungen	9	Anhang C Bestimmung des Richtwirkungsmaßes DI	27
5.1 Meßgegenstand	9	Anhang D Bestimmung des arbeitsplatzbezogenen Emissionswertes	27
5.2 Betriebszustand der Maschine	10	Anhang E Grundsätze für ein einfaches Meßverfahren zur Bestimmung eines Schalldruckpegels an einem typischen Meßpunkt ergänzend zur Schalleistungspegelbestimmung	28
5.3 Aufstellung und Befestigung der Maschine	10	Anhang F Bestimmung des Gesamtschalleistungs- pegels aus Teilschalleistungspegeln	29
5.4 Bezugsquader, Meßfläche, Meßabstand, Meßpunkte, Meßpfade	10	Anhang G Berechnen des A-Schalleistungspegels L_{WA} aus Oktav- oder Terz-Schalleistungspegeln	29
5.5 Meßumgebung	12	Anhang H Beispiele zur Abschätzung der verschiede- nen Standardabweichungen und zur Berechnung der Unsicherheit der Meßergebnisse	30
6 Durchführung der Messung	12	Anhang I Übersicht der wichtigsten benutzten Formel- zeichen	32
6.1 Messen des A-Schalldruckpegels	14	Zitierte Normen und andere Unterlagen	33
6.2 Messen des Schalldruckspektrums	15	Änderungen	34
6.3 Messen des Fremdgeräuschpegels	15	Erläuterungen	35
6.4 Ermittlung des Meßflächeninhaltes S und des Meßflächenmaßes L_S	15		
7 Auswertung	15		
7.1 Berechnen des Meßflächen-Schalldruckpegels $\bar{L}_p$	15		
7.2 Berechnen des Schalleistungspegels	16		
7.3 Ermittlung des arbeitsplatzbezogenen Emissions- wertes und anderer Zusatzwerte	16		
8 Präzision des Verfahrens und Unsicherheit der Meßergebnisse	16		
8.1 Präzision des Verfahrens	16		
8.2 Unsicherheit der Meßergebnisse	17		

Fortsetzung Seite 2 bis 35

Normenausschuß Akustik und Schwingungstechnik (FANAK) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Documents
Document Sharing Hub

Tabelle 1. Übersicht über Merkmale und Kriterien zu den 3 Genauigkeitsklassen des akustischen Meßverfahrens

Tabelle 1 a. Grundsätzliche Zuordnungen zu den 3 Genauigkeitsklassen

	Abschnitt	Genauigkeitsklasse 1	Genauigkeitsklasse 2	Genauigkeitsklasse 3									
Zusammenhang mit internationalen Normen	Erläuterungen	ISO 3745 – 1977 precision method	ISO 3744 – 1981, ISO/DIS 3748 – 1983, ISO/DIS 6081.2 – 1984 engineering method	ISO 3746 – 1979 survey method									
Direktverfahren	3.2	ja	ja	ja									
Vergleichsverfahren	3.2, 3.14	nicht möglich	möglich (implizit enthalten im Verfahren zur K_2 -Ermittlung mittels Vergleichsschallquelle)										
Präzision des Verfahrens zur L_W -Bestimmung, ausgedrückt als Vergleichsstandardabweichung σ_R^* — für Bestimmung von L_{WA} — für Bestimmung von L_W in Frequenzbändern	3.21, 8	(Ohne Berücksichtigung von Streuungen der Emission der Maschine, z. B. bei der Reproduzierung der festgelegten Betriebsbedingungen: $\sigma_B = 0$).											
		$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 2 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 4 \text{ dB}$ $\sigma_R^* \leq 5 \text{ dB}$ bei deutlich hörbaren Einzeltönen									
		<table><tr><td>Freifeld</td><td>Freifeld über reflektierender Ebene</td></tr><tr><td>$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$</td><td>$\sigma_R^* \leq 1,5 \text{ dB}$</td></tr><tr><td>$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$</td><td>$\sigma_R^* \leq 1,5 \text{ dB}$</td></tr><tr><td>$\sigma_R^* \leq 0,5 \text{ dB}$</td><td>$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$</td></tr><tr><td>$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$</td><td>$\sigma_R^* \leq 1,5 \text{ dB}$</td></tr></table>	Freifeld	Freifeld über reflektierender Ebene	$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 1,5 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 1,5 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 0,5 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 1,5 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 3 \text{ dB}$ $\sigma_R^* \leq 2 \text{ dB}$ $\sigma_R^* \leq 1,5 \text{ dB}$ $\sigma_R^* \leq 2,5 \text{ dB}$
Freifeld	Freifeld über reflektierender Ebene												
$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 1,5 \text{ dB}$												
$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 1,5 \text{ dB}$												
$\sigma_R^* \leq 0,5 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$												
$\sigma_R^* \leq 1 \text{ dB}$	$\sigma_R^* \leq 1,5 \text{ dB}$												
<table><tr><td>Oktave Hz</td><td>Terz Hz</td></tr><tr><td>125</td><td>100 bis 160</td></tr><tr><td>250, 500</td><td>200 bis 630</td></tr><tr><td>1000 bis 4000</td><td>800 bis 5000</td></tr><tr><td>8000</td><td>6300 bis 10 000</td></tr></table>	Oktave Hz	Terz Hz	125	100 bis 160	250, 500	200 bis 630	1000 bis 4000	800 bis 5000	8000	6300 bis 10 000			
Oktave Hz	Terz Hz												
125	100 bis 160												
250, 500	200 bis 630												
1000 bis 4000	800 bis 5000												
8000	6300 bis 10 000												

Tabelle 1 b. Anforderungen an akustische Meßbedingungen und an die Schallquelle (Maschine) für die 3 Genauigkeitsklassen

	Abschnitt	Genauigkeitsklasse 1	Genauigkeitsklasse 2	Genauigkeitsklasse 3
Meßumgebung (in Räumen oder im Freien)	5.5, Anhang B	akustisches Freifeld oder Frei- feld über reflektierender Ebene (Laborbedingungen: reflektionsarmer Raum)	im wesentlichen akustisches Freifeld über reflektierender Ebene (z. B. großer Betriebs- raum, kleiner bedämpfter Raum, im Freien)	keine spezielle Umgebung (z. B. Betriebsraum mit stark reflektierenden Wänden)
Kriterium für Eignung der Meßumgebung; Umgebungskorrektur K_2	3.14, 5.5.1, 7.1.4, Anhang B, Abschnitt B.1, Abschnitt B.2	Kriterium siehe Anhang B, Abschnitt B.1	$K_{2A} \leq 2$ dB	$K_{2A} \leq 7$ dB
Schallquelle (Maschine)	5.1	Volumen vorzugsweise kleiner als 0,5 % des Raumes, d. h. nur für kleine Quellen geeignet	größte Abmessung möglichst kleiner als 15 m	keine Beschränkung
Geräuschart der Schallquelle (Maschine)	—	alle Arten (z. B. breitbandig, schmalbandig, tonal, stationär, nicht stationär, impulshaltig)		
Kriterium für Fremdgeräusch einschließlich Windeinfluß Differenz ΔL (Pegel bei betriebener Maschine minus Pegel bei abgeschalteter Maschine); Fremdgeräuschkorrektur K_1	3.12, 3.13, 5.5.2, 7.1.3	$\Delta L \geq 6$ dB (möglichst > 12 dB) $K_1 \leq 1,3$ dB	$\Delta L \geq 6$ dB (möglichst > 10 dB) $K_{1A} \leq 1,3$ dB	$\Delta L \geq 3$ dB $K_{1A} \leq 3$ dB
Berücksichtigung von Luftdruck und Temperatur	3.11, 5.5.3, 7.1.4	mittels Korrektur K_0	im allgemeinen nicht notwendig	nicht notwendig
Meßfläche	3.8, 5.4, 5.4.1	Kugelfläche bei Freifeld, Halbkugelfläche bei Frei- feld über reflektierender Ebene	Quaderoberfläche, alternativ: (Halb)Kugel	Quaderoberfläche, Kombination mehrerer Quaderoberflächen, alternativ: (Halb)Kugel
Meßabstand d	3.9, 5.4.2	$d \geq r/2$ r (Halb-)Kugelradius $r \geq 1$ m	Bei Quadermeßfläche: $d \geq 0,25$ m vorzugsweise $d = 1$ m Bei (Halb)Kugel-Meßfläche: $d \geq r/2$; $r \geq 1$ m r (Halb)Kugelradius	Bei Quadermeßfläche: $d \geq 0,15$ m vorzugsweise $d = 1$ m Bei (Halb)Kugel-Meßfläche: $d \geq r/2$; $r \geq 1$ m r (Halb)Kugelradius
Mindestanzahl der Meßpunkte bei Freifeld über reflektierender Ebene	5.4	≥ 10	≥ 9	≥ 5
Meßgeräte Schallpegelmesser mindestens nach integrierender Schallpegelmesser mindestens nach	4	DIN IEC 651/12.81, Klasse 1 DIN 45 655/12.78, Klasse 1 *)	DIN IEC 651/12.81, Klasse 1 DIN 45 655/12.78, Klasse 1 *)	DIN IEC 651/12.81, Klasse 2 DIN 45 655/12.78, Klasse 2 *)
Filter	4	Oktavfilter nach DIN 45 651; Terzfilter nach DIN 45 652		
Prüfung der Meßeinrichtung	4	mittels akustischem Kalibrator nach DIN 45 656 *) vor und nach jeder Meßreihe Schallpegelmesserprüfung auf Einhaltung der Norm im Höchstabstand von 2 Jahren (soweit keine Eichpflicht besteht)		
*) Z. Z. Entwurf				

Tabelle 1 c. Emissionskenngrößen und Anwendung der Daten bei den 3 Genauigkeitsklassen

	Abschnitt	Genauigkeitsklasse 1	Genauigkeitsklasse 2	Genauigkeitsklasse 3
Emissionskenngrößen				
A-Schalleistungspegel L_{WA}	3.2 7.2	in jedem Fall bestimmbar	in jedem Fall bestimmbar	in jedem Fall bestimmbar
Schalleistungsspektrum $L_{W Oct}$ oder $L_{W Terz}$	3.19 6.2 7.3	bestimmbar	bestimmbar	bestimmbar
Schalldruckspektrum am Arbeitsplatz bzw. am lautesten Punkt	3.19 6.2 7.3	bestimmbar	bestimmbar	bestimmbar
Arbeitsplatzbezogener Emissionswert	3.16 6.1.1 7.3 Anhang D	bestimmbar	bestimmbar	bestimmbar
Impulshaltigkeit ΔL_1 am Arbeitsplatz bzw. am lautesten Punkt	3.17 6.1.2 7.3	bestimmbar	bestimmbar	bestimmbar
Tonhaltigkeit	3.18, 7.3	im allgemeinen nur subjektiv bestimmbar		
Richtwirkungsmaß DI	3.20, 7.3 Anhang C	bestimmbar	nur bei (Halb-)Kugel- Meßfläche bestimmbar	nur bei (Halb-)Kugel- Meßfläche bestimmbar
Zeitlicher Pegelverlauf	7.3	bestimmbar	bestimmbar	bestimmbar
Anwendung der Daten	1			
Vergleich von Maschinen gleicher oder unterschiedlicher Art	1	geeignet, jedoch hoher Aufwand	geeignet	weniger geeignet, jedoch anzuwenden, wenn Genauigkeitsklasse 2 nicht erreichbar
Vergleich mit vorgegebenen Werten (z. B. mit Grenz- werten, Kennzeichnungs- werten, vertraglich vereinbarten Werten)	1 8	geeignet, jedoch hoher Aufwand	geeignet	weniger geeignet, jedoch anzuwenden, wenn Genauigkeitsklasse 2 nicht erreichbar
Meßtechnische Grundlage für Geräuschminderungs- maßnahmen	1	geeignet	geeignet	weniger geeignet
Ermittlung der Emissionskenngrößen von Vergleichsschallquellen	1	geeignet	weniger geeignet	nicht geeignet
Akustische Planungsaufgaben (z. B. auch Geräusch- immissionsabschätzungen)	1	geeignet, jedoch hoher Aufwand	geeignet	weniger geeignet

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm ist anwendbar auf technische Schallquellen wie Geräte, Maschinen, Maschinenteile, Baugruppen, Anlagen, in dieser Norm als Maschinen bezeichnet. Sie gilt nicht für Fahrzeuge zum Transport von Personen und Lasten auf öffentlichen Verkehrswegen. Sie ist unter Umständen anwendbar auf technische Schallquellen, die mit einem Fahrzeug eine Einheit bilden.

Diese Norm schafft die Voraussetzung dafür, daß von Maschinen unmittelbar an die umgebende Luft abgestrahlte Geräusche (Geräuschemission, Luftschallemission) nach einheitlichen Verfahren ermittelt werden können, so daß die Ergebnisse vergleichbar sind (Erläuterungen zu den Geräuschemissions-Kenngrößen siehe Beiblatt 2 zu DIN 45 635).

Geräuschmessungen an Maschinen können unterschiedlichen Zwecken dienen (siehe Tabelle 1 c), z. B. dem Vergleich der Geräuschemission von Maschinen gleicher oder unterschiedlicher Art, dem Vergleich mit vorgegebenen

Emissionswerten (z. B. Grenzwerten, Kennzeichnungswerten oder vereinbarten Werten), der Durchführung von Geräuschminderungsmaßnahmen oder der Abschätzung von Geräuschimmissionen (siehe Beiblatt 2 zu DIN 45 635).

Die wesentliche Geräuschemissionskenngröße ist der Schalleistungspegel. Der Schalleistungspegel einer Maschine ist ein Maß für die von der Maschine abgestrahlte Schalleistung; dabei ist die Schalleistung die Schallenergie, die in der Zeiteinheit durch eine Fläche strömt, die die Maschine umhüllt. Als Schalleistung eines isolierten Schallereignisses wird die auf 1 s bezogene Schallenergie bezeichnet (siehe Abschnitte 3.1.4 und 7.2).

Diese Norm beschreibt das Rahmenverfahren zur Bestimmung des Schalleistungspegels einer Maschine mit Hilfe des Hüllflächen-Verfahrens. Weitere Rahmenverfahren (Hallraum-Verfahren, Kanal-Verfahren) sind in DIN 45 635 Teil 2 und Teil 3 (z. Z. Entwurf) und in DIN 45 635 Teil 9 (z. Z. Entwurf) beschrieben. Beim Hüllflächen-Verfahren werden auf der Hüllfläche (Meßfläche), durch die die abgestrahlte

Schalleistung tritt, Meßpunkte angeordnet und dort die Schalldruckpegel gemessen. Aus diesen Schalldruckpegeln wird unter Berücksichtigung von Korrekturen (vor allem zur rechnerischen Ausschaltung der Einflüsse von Fremdgeräuschen und Reflexionen aus der Umgebung) und dem Inhalt der Meßfläche der Schalleistungspegel errechnet. Bei der Ermittlung von Teilschalleistungspegeln (durch Teile der Hüllfläche) ist diese Norm sinngemäß anzuwenden (siehe auch Anhang F und gegebenenfalls DIN 45 635 Teil 9, z. Z. Entwurf).

Zusätzlich zum Hüllflächen-Verfahren zur Ermittlung des Schalleistungspegels werden in dieser Norm Verfahren zur Ermittlung weiterer Geräuschemissions-Kenngrößen (arbeitsplatzbezogener Emissionswert, Impulshaltigkeit, Schallspektrum und andere) festgelegt (siehe Tabelle 1 c). Das Meßverfahren wird in drei Genauigkeitsklassen eingeteilt. Von diesen Genauigkeitsklassen wird in der Regel die Genauigkeitsklasse 2 anzuwenden sein. Sind die Meßbedingungen dafür zu ungünstig, dann ist die Genauigkeitsklasse 3 anzuwenden. Unter besonders günstigen Bedingungen wie in Labors kann die Genauigkeitsklasse 1 für größte Genauigkeit angewandt werden. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über Merkmale und Kriterien der drei Genauigkeitsklassen. In einzelnen Abschnitten der Norm wird darauf jeweils Bezug genommen.

Die Genauigkeitsklassen und die Angaben zur Präzision des Verfahrens (siehe Abschnitt 8) beziehen sich in dieser Norm auf die Ermittlung des Schalleistungspegels. Für andere Geräuschemissions-Kenngrößen gilt die angegebene Klasse nur anhaltsweise.

Bei der Wahl der Genauigkeitsklasse sollte neben den akustischen Bedingungen auch die Streuung der Geräuschemission der Maschine (z. B. bei der Reproduzierung der Betriebsbedingungen) berücksichtigt werden. Ist diese Streuung so groß, daß die Unsicherheit der Meßergebnisse (siehe Abschnitt 8) wesentlich von ihr abhängt, kann es zweckmäßig sein, die Anforderungen an die akustischen Meßbedingungen wegen ihres verminderten Einflusses auf die Unsicherheit der Meßergebnisse entsprechend herabzusetzen, also die Klasse geringerer Genauigkeit zu wählen. Alternativ hierzu kann der maschinenspezifische Folgeteil die Anweisung enthalten, daß statt einer mehrere Messungen durchzuführen sind, um die Unsicherheit des Endergebnisses zu verringern (siehe Abschnitt 8.2).

Eine bestimmte Genauigkeitsklasse gilt als eingehalten, wenn die Anforderungen dieser Klasse oder einer Klasse höherer Genauigkeit eingehalten werden.

Da diese Norm die allgemeinen akustischen Grundsätze für die Geräuschemissionsmessung an Maschinen unterschiedlicher Arten im Sinne eines Rahmenverfahrens festlegt, ohne auf die maschinenspezifischen Bedingungen (insbesondere Betriebsbedingungen) eingehen zu können, werden in maschinenspezifischen Folgeteilen (mehrziffrige DIN 45 635-Teile) zu dieser Norm hierzu Festlegungen getroffen, die jedoch nicht im Widerspruch zu dieser Norm stehen sollen. Existiert ein solcher maschinenspezifischer Folgeteil (noch) nicht, kann diese Norm in den Fällen unmittelbar benutzt werden, in denen Grundsätze dieser Norm besonders zu Abschnitt 5 ausreichen, um zu Ergebnissen zu gelangen, die den betreffenden Meßzweck erfüllen.

Maschinenspezifische Folgeteile enthalten im allgemeinen Aussagen zu folgenden Punkten, wobei auf mitgeltende Abschnitte dieser Norm lediglich verwiesen wird (Ausnahme: wörtliche Übernahme einer maschinenspezifischen internationalen Norm):

- Die für die Maschinenart festgelegte(n) Genauigkeitsklasse(n) unter Berücksichtigung der akustischen Meßtechnik und der Emissionseigenschaften der Maschinen.

- Zusätzlich zum A-Schalleistungspegel zu bestimmende Geräuschemissionskenngrößen.
- Maschinenspezifische Festlegungen über Anwendungsbereich und Zweck, Meßgegenstand, Aufstellungs- und Betriebsbedingungen, Meßpunktanordnung, Präzision des Verfahrens, Meßbericht, Ergebnisbericht.

Mit Hilfe des Anhangs E ergibt sich die Möglichkeit zur Festlegung maschinenspezifischer einfacher Kontrollmeßverfahren.

2 Bezeichnung

Das Verfahren muß im Zusammenhang mit der benutzten Genauigkeitsklasse bezeichnet werden. Die Bezeichnung enthält die Benennung „Geräuschmessung“, die DIN-Nummer und die benutzte Genauigkeitsklasse („KL“) 1, 2 oder 3.

Beispiel:

Bezeichnung des Verfahrens einer Geräuschmessung nach dieser Norm (01) der Genauigkeitsklasse 2 (KL 2):

Geräuschmessung DIN 45 635 – 01 – KL 2

In maschinenspezifischen Folgeteilen zu dieser Norm kann die Anzahl der Genauigkeitsklassen eingeschränkt werden.

Die Bezeichnung bei maschinenspezifischen Folgeteilen wird entsprechend festgelegt. Ist dort jedoch die Anwendung mehrerer Rahmenverfahren (z. B. Hallraum-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 2) erlaubt, so wird der Folgeteilnummer XX die Zählnummer des Teiles der angewandten Rahmennorm nachgestellt (Beispiel: Geräuschmessung DIN 45 635 – XX – 01 – KL 2). Falls die Eindeutigkeit der Geräuschmessung nur durch die Angabe des betreffenden Anhangs des Folgeteils erreicht wird, wird der den Anhang kennzeichnende Großbuchstabe (z. B. B) zusätzlich hinter der Folgeteilnummer XX aufgeführt (Beispiel: Geräuschmessung DIN 45 635 – XX – B – KL 3).

3 Begriffe, Größen

Übersicht über die wichtigsten benutzten Formelzeichen siehe Anhang I.

3.1 Schalldruckpegel L_p

3.1.1 Der Schalldruckpegel L_p ist gegeben durch die Gleichung

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \text{ dB} = 20 \lg \frac{p}{p_0} \text{ dB} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

p Schalldruck

$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$, Bezugsschalldruck

3.1.2 Die Frequenzbewertung bzw. die Breite eines eingeschränkten Frequenzbandes und die Zeitbewertung (S, F oder I, siehe DIN IEC 651) werden z. B. wie folgt angegeben:

- A-Schalldruckpegel: L_{pA}
- Oktav-Schalldruckpegel: L_{pOkt}
- Terz-Schalldruckpegel: L_{pTerz}
- A-Schalldruckpegel gemessen mit der Zeitbewertung S: L_{pAS} (AS-Schalldruckpegel)
- A-Schalldruckpegel gemessen mit der Zeitbewertung I: L_{pAI} (AI-Schalldruckpegel, A-Impulsschalldruckpegel)

3.1.3 Der nach DIN 45 641 zeitlich (über das vorgegebene Zeitintervall T) gemittelte Schalldruckpegel wird mit dem Index „m“ gekennzeichnet und Mittelungspegel genannt

$$L_{pm} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1 L_p(t)} dt \right] \text{ dB} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2}{p_0^2} dt \right]$$

mit $L_p(t)$ in dB

Beispiel: $L_{pAI m}$.



Documents

Document Sharing Hub

Im Falle der Zeitbewertungen S und F wird statt des Index „Sm“ oder „Fm“ der Index „eq“ benutzt (von „equivalent continuous sound pressure level“), da im allgemeinen gilt (siehe DIN 45 645 Teil 1):

$$\begin{aligned} L_{pSm} &= L_{pFm} = L_{peq} \\ L_{pASm} &= L_{pAFm} = L_{pAeq} \\ L_{pOktSm} &= L_{pOktFm} = L_{pOkteq} \\ L_{pTerzSm} &= L_{pTerzFm} = L_{pTerzeq} \end{aligned}$$

Anmerkung 1: Der Index „eq“ weist in dieser Geräusch-emissions-Meßnorm lediglich auf die Energieäquivalenz hin und ist nicht als ein Hinweis auf eine Geräuschimmissionsmessung z. B. nach DIN 45 645 Teil 2 zu verstehen.

Das Zeitintervall T kann durch einen zusätzlichen Index angegeben werden: $L_{peq,T}$.

Anmerkung 2: Die Mittelung nach DIN 45 641 wird auch „energetische Mittelung“ genannt.

Anmerkung 3: Wenn die Kennzeichnung des Zeitintervalls, über das sich die Mittelung erstreckt, wichtig ist, kann dies durch einen zusätzlichen Index T angegeben werden: $L_{pm,T}$.

3.1.4 Der Einzelereignis-Schalldruckpegel für ein isoliertes Einzelschallereignis der vorgegebenen Dauer T (oder der vorgegebenen Meßzeit T) ist der auf 1 s bezogene zeitlich gemittelte A-bewertete Schalldruckpegel

$$L_{pA,1s} = L_{pAeq,T} + 10 \lg \frac{T}{1s} \text{ dB} \quad (2)$$

Anmerkung: Bei Ermittlung des Einzelereignis-Schall-druckpegels in Frequenzbändern wird das Formelzeichen $L_{pOkt,1s}$ oder $L_{pTerz,1s}$ verwendet.

3.1.5 Der im vorgegebenen Zeitintervall T auftretende maximale Schalldruckpegel erhält den Index „max“, z. B. L_{pA1max} .

3.2 Schalleistungspegel L_W

Der Schalleistungspegel L_W ist gegeben durch die Gleichung:

$$L_W = 10 \lg \frac{P}{P_0} \text{ dB} \quad (3)$$

Hierin bedeuten:

P Schalleistung (in der Zeiteinheit von der Maschine abgestrahlte Schallenergie)

$P_0 = 10^{-12} \text{ W}$, Bezugsschalleistung

Die Frequenzbewertung bzw. die Breite eines eingeschränkten Frequenzbandes und gegebenenfalls die Zeitbewertung werden z. B. wie folgt angegeben:

- A-Schalleistungspegel: L_{WA}
- Oktav-Schalleistungspegel: L_{WOkt}
- Terz-Schalleistungspegel: L_{WTerz}

Der Einzelereignis-Schalleistungspegel $L_{WA,1s}$ ergibt sich nach Gleichung (3), wenn als Schalleistung P die auf 1 s bezogene Schallenergie eines isolierten Einzel-Schallereignisses eingesetzt wird.

Im Rahmen des Hüllflächen-Verfahrens wird der Schalleistungspegel aus dem Meßflächen-Schalldruckpegel und dem Meßflächenmaß berechnet (**Direktverfahren**).

Die Schalleistung der untersuchten Maschine kann auch im sogenannten **Vergleichsverfahren** aus dem Vergleich derjenigen Schalldruckpegel berechnet werden, die von der untersuchten Maschine erzeugt werden, mit denen, die von einer Vergleichsschallquelle bekannter Schalleistung am selben Aufstellungsort erzeugt werden (siehe Abschnitt 3.14, zweiter Absatz).

3.3 Hüllflächen-Verfahren

Das Hüllflächen-Verfahren ist ein Geräuschmeßverfahren zur Ermittlung der von einer Maschine in die umgebende Luft abgestrahlten Schalleistung (Luftschallemission) mit Hilfe von Schalldruckpegelmessungen auf der Hüllfläche, die die Maschine umgibt und durch die die abgestrahlte Schalleistung tritt. Dabei wird vorausgesetzt, daß das über die Hüllfläche und die Zeit gemittelte Schalldruckquadrat direkt proportional zur abgestrahlten Schalleistung ist, umgekehrt proportional zum Inhalt der Meßfläche ist und sonst lediglich von den Werten der Luftdichte und Schallgeschwindigkeit abhängt (Voraussetzung: Freifeldbedingungen, siehe Abschnitt 3.4). Die Schalldruckpegel auf der Hüllfläche sind dann gleich den Schallintensitätspegeln auf der Hüllfläche; dabei ist die Schallintensität die im zeitlichen Mittel je Flächeneinheit übertragene Schalleistung (Schallenergie je Zeiteinheit).

Idealerweise müßte an jedem Punkt der Hüllfläche die örtliche flächennormale Komponente der Schallintensität mit dem dazugehörenden Element der Hüllfläche multipliziert und das Produkt über die gesamte Hüllfläche integriert werden, um die gesamte Schalleistung und daraus den Schalleistungspegel zu erhalten. Nach dieser Norm wird auf einfachen Hüllflächen im wesentlichen an einzelnen, relativ wenigen Meßpunkten der Schalldruckpegel gemessen, daraus ein Mittelwert gebildet und zu diesem das Meßflächenmaß, eine logarithmische Größe, addiert, was der vorgenannten Multiplikation entspricht, und auf diese Weise der Schalleistungspegel bestimmt.

Das Hüllflächen-Verfahren ist anwendbar bei freier Schallausbreitung (z. B. reflexionsarmer Raum, gegebenenfalls mit reflektierendem Boden) sowie für Messungen in üblichen Maschinen- und Betriebsräumen und im Freien, wobei innerhalb vorgegebener Grenzen Umgebungskorrekturen anzuwenden sind.

Anmerkung: Die Benennung Freifeldverfahren synonym zu Hüllflächen-Verfahren ist bei Messungen in Umgebungen, die von Freifeldbedingungen oder Freifeldbedingungen über einer reflektierenden Ebene abweichen, nicht angebracht.

3.4 Freifeld

Das Freifeld ist ein Schallfeld ohne Begrenzungsflächen oder mit absorbierenden Begrenzungsflächen, deren Einfluß auf das Schallfeld im Bereich der Meßfläche im interessierenden Frequenzbereich vernachlässigbar ist.

3.5 Freifeld über einer reflektierenden Ebene

Das Freifeld über einer reflektierenden Ebene ist ein Schallfeld, das von einer über einer reflektierenden Ebene abstrahlenden Schallquelle erzeugt wird und das außer der reflektierenden Ebene keine Begrenzungsflächen oder nur absorbierende Begrenzungsflächen enthält, deren Einfluß auf das Schallfeld im Bereich der Meßfläche und im interessierenden Frequenzbereich vernachlässigbar ist.

Anmerkung 1: Der Absorptionskoeffizient der reflektierenden Ebene sollte im interessierenden Frequenzbereich höchstens 0,06 betragen.

Anmerkung 2: Das Freifeld über einer reflektierenden Ebene wird zuweilen auch Halbfreifeld genannt.

3.6 Interessierender Frequenzbereich

Der interessierende Frequenzbereich umfaßt gewöhnlich

- die Oktavbänder mit den Mittenfrequenzen zwischen 125 und 8000 Hz oder
- die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen zwischen 100 und 10 000 Hz.

Für besondere Zwecke können erweiterte oder geringere interessierende Frequenzbereiche in Abhängigkeit von

den charakteristischen akustischen Eigenschaften der Maschine definiert werden, vorausgesetzt, daß die Eignung der Meßumgebung und der Meßgeräte über den Frequenzbereich verläßlich geprüft worden ist.

3.7 Bezugsquader

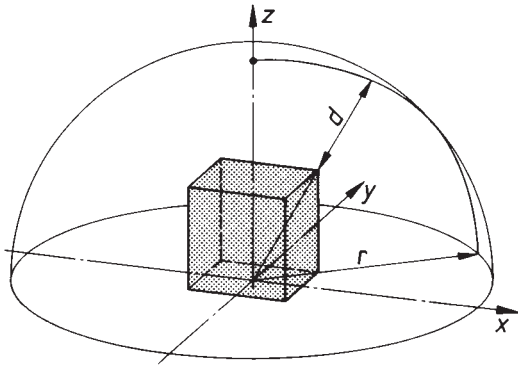
Der Bezugsquader ist ein hypothetischer Körper in der Form des kleinsten Quaders, der die Maschine (abgesehen von einzelnen, nicht zur Schallabstrahlung beitragenden Bauteilen) gerade einschließt und an der (den) reflektierenden Ebene(n) endet.

3.8 Meßfläche

Die Meßfläche ist eine gedachte Fläche (Hüllfläche), die die Maschine umhüllt, gegebenenfalls an reflektierenden Ebenen endet und auf der die Meßpunkte liegen. Der Inhalt der Meßfläche (Meßflächeninhalt) wird mit S bezeichnet.

3.9 Meßabstand d

Der Meßabstand d ist der kleinste Abstand der Meßfläche vom Bezugsquader. Bei einer Quader-Meßfläche ist d der Abstand der parallelen Seitenflächen von Meßfläche und Bezugsquader. Bei einer (Halb-)Kugel-Meßfläche ist d der kürzeste Abstand der Ecken des Bezugsquaders zur Meßfläche.



3.10 Meßflächenmaß L_S

Das Meßflächenmaß L_S ist gegeben durch die Gleichung:

$$L_S = 10 \lg \frac{S}{S_0} \text{ dB} \quad (4)$$

Hierin bedeuten:

S Meßflächeninhalt

$S_0 = 1 \text{ m}^2$, Bezugsflächeninhalt

3.11 Luftdruck- und Lufttemperatur-Korrektur K_0

Korrektur (Schalleistungspegeldifferenz) mit dem Ziel, den Schalleistungspegel auf die Normalbedingungen des Luftdruckes von $1000 \text{ mbar} = 10^5 \text{ Pa}$ und der Lufttemperatur von 20°C zu beziehen. K_0 wird nur bei der Genauigkeitsklasse 1 verwendet.

3.12 Fremdgeräusch

Als Fremdgeräusch gilt jedes Geräusch, das nicht von der zu untersuchenden Maschine erzeugt wird oder das von angeschlossenen Bauteilen, die nicht zum Meßgegenstand gehören, unmittelbar abgestrahlt wird.

Anmerkung: Das Hüllflächen-Verfahren ist nicht dafür geeignet, vom Meßgegenstand als Körperschall auf angeschlossene Bauteile übertragene Schalleistungen zu ermitteln.

3.13 Fremdgeräuschkorrektur K_1

Die Fremdgeräuschkorrektur K_1 ist eine Korrektur zur rechnerischen Ausschaltung des Einflusses von Fremdgeräuschen bei der Ermittlung des nur von der untersuchten

Maschine abgestrahlten Geräusches. Die Korrektur hängt ab vom Unterschied der Schalldruckpegel des Maschinen-einschließlich Fremdgeräusches und des Fremdgeräusches allein (siehe auch Tabelle 2). K_1 ist frequenzabhängig; bei A-Bewertung wird das Formelzeichen K_{1A} , bei eingeschränktem Frequenzband z.B. K_{1Okt} oder K_{1Terz} benutzt.

3.14 Umgebungskorrektur K_2

Die Umgebungskorrektur K_2 ist eine Korrektur zur rechnerischen Ausschaltung des Einflusses von Reflexionen des von der Maschine abgestrahlten Schalls aus der Umgebung außerhalb der Meßfläche oder von Absorptionen des abgestrahlten Schalls innerhalb der Meßfläche auf die Schalldruckpegel im Bereich der Meßfläche bei der Ermittlung des nur von der Maschine abgestrahlten Geräusches. K_2 ist im allgemeinen positiv, kann jedoch auch negativ sein, z.B. bei großen Meßabständen oder bei unvermeidbarer Bodenabsorption, sofern der absorbierende Boden nicht zum Meßgegenstand gehörig definiert ist (siehe Abschnitt 5.1).

Wird die Umgebungskorrektur K_2 mittels Vergleichschallquelle nach Anhang B, Abschnitt B.2.1, bestimmt, bedeutet das gleichzeitig die Bestimmung der Schalleistung nach dem Vergleichsverfahren (siehe Abschnitt 3.2, letzter Satz). K_2 ist frequenzabhängig; bei A-Bewertung wird das Formelzeichen K_{2A} , bei eingeschränktem Frequenzband z.B. K_{2Okt} oder K_{2Terz} benutzt. K_2 wird nicht bei der Genauigkeitsklasse 1 verwendet.

Anmerkung: Die Umgebungskorrektur wurde früher, eingeschränkt auf die Anwendung auf Räume, auch Raumkorrektur genannt.

3.15 Meßflächen-Schalldruckpegel $\bar{L}_p$

Der Meßflächen-Schalldruckpegel $\bar{L}_p$ ist der nach DIN 45 641 zeitlich und über die Meßfläche energetisch gemittelte korrigierte Schalldruckpegel, ausgedrückt in dB. Die Frequenzbewertungen werden wie nach Abschnitt 3.1.2 angegeben.

Anmerkung 1: Die Korrektur bei der Berechnung des Meßflächen-Schalldruckpegels $\bar{L}_p$ dient der rechnerischen Ausschaltung der Einflüsse von Fremdgeräuschen und Reflexionen aus der Umgebung sowie gegebenenfalls von Luftdruck- und Temperaturunterschieden. In ISO 3744 – 1981 wird dieser korrigierte Pegel mit $\bar{L}_{pF}$ und in ISO 3746 – 1979 (bei A-Bewertung) mit $(\bar{L}_{pA} - K)$ bezeichnet.

Anmerkung 2: Bei einer Quader-Meßfläche und einem Meßabstand von $d = 1 \text{ m}$ wird $\bar{L}_p$ auch 1 m-Meßflächen-Schalldruckpegel genannt.

3.16 Arbeitsplatzbezogener Emissionswert

Der arbeitsplatzbezogene Emissionswert einer Maschine ist der zeitlich energetisch gemittelte A-bewertete Schalldruckpegel (siehe Abschnitt 3.1.3) am Arbeitsplatz nach den Meßbedingungen dieser Norm (siehe Anhang D). Er ist jedoch kein Beurteilungspegel nach DIN 45 645 Teil 2, wie er als Maß für die durchschnittliche Geräuschemission am Arbeitsplatz während der vorgegebenen Beurteilungszeit festgelegt ist (siehe Beiblatt 2 zu DIN 45 635).

3.17 Impulshaltigkeit

Die Impulshaltigkeit ΔL_I (bei A-Bewertung) ist durch die Gleichung

$$\Delta L_I = (L_{pA \text{ Im}} - L_{pA \text{ eq}}) \quad (5)$$

gegeben, wobei das Zeitintervall, über das sich die Mittelung erstreckt, für $L_{pA \text{ Im}}$ und $L_{pA \text{ eq}}$ gleich ist.

Hierin bedeutet:

$L_{pA \text{ Im}}$ zeitlich energetisch gemittelter A-Impulsschalldruckpegel $L_{pA \text{ Im}}$

$L_{pA \text{ eq}}$ siehe Abschnitt 3.1.3



Documents

Document Sharing Hub

3.18 Tonhaltigkeit

Die Tonhaltigkeit eines Geräusches hängt davon ab, wie deutlich sich aus dem Geräusch mindestens ein Einzelton hörbar heraushebt.

Anmerkung: In einem Terzspektrum kann ein deutlich hervortretender Einzelton den Pegel seiner Terz gegenüber den benachbarten Terzpegeln um 5 dB und mehr erhöhen.

Angaben über die Tonhaltigkeit können in das subjektive Urteil über den Geräuschcharakter eingehen.

3.19 Schallspektrum

(Schalleistungsspektrum, Schalldruckspektrum)

Das Schallspektrum beschreibt die Pegelverteilung innerhalb des interessierenden Frequenzbereiches. Das Schallspektrum umfaßt die Schalleistungspegel (oder die Schalldruckpegel z. B. am Meßpunkt für den Arbeitsplatz oder am lautesten Meßpunkt oder als Mittelwert über die Meßfläche) in aneinander anschließenden Frequenzbändern, z. B. in Oktav-, Terz- oder Schmalbändern (Darstellung des Spektrums siehe Beiblatt 1 zu DIN 45 635).

3.20 Richtwirkungsmaß DI

Das Richtwirkungsmaß einer im Freifeld oder im Freifeld über einer reflektierenden Ebene betriebenen Maschine ist die Differenz zwischen dem an einem der interessierenden Meßpunkte auf einer (Halb-)Kugel-Meßfläche ermittelten fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel und dem Energiemittelwert der fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel an allen Meßpunkten (siehe Anhang C).

Die Angabe der Richtung des betreffenden Meßpunktes im Koordinatenkreuz der (Halb-)Kugel ist oft notwendig.

3.21 Genauigkeit, Genauigkeitsklasse, Präzision des Verfahrens, Standardabweichungen, Meßunsicherheit bei der Schalleistungspegelermittlung

Hinweise und Beispiele siehe auch Anhang H

3.21.1 Genauigkeit, Genauigkeitsklasse

Genauigkeit ist die allgemeine qualitative Bezeichnung für die Annäherung von Beurteilungsergebnissen (Beobachtungs-, Berechnungs- sowie statistische Schätzergebnisse) an die exakten oder an die wahren Werte (aus DIN 55 350 Teil 13/01.81. Siehe auch DIN 55 350 Teil 12). Die Genauigkeit eines Verfahrens hängt von seiner Richtigkeit (Maß: systematische Abweichung vom wahren Wert) und seiner Präzision (siehe Abschnitt 3.21.2) ab.

Bei den in Tabelle 1 angegebenen Anforderungen an die akustischen Meßbedingungen werden 3 Genauigkeitsklassen (1, 2, 3) unterschieden, wobei die niedrigste Zahl das Meßverfahren mit der höchsten Genauigkeit, d. h. mit der niedrigsten systematischen Abweichung und der höchsten Präzision und damit mit den höchsten Anforderungen, kennzeichnet. Die Genauigkeitsklasse des Rahmenverfahrens dieser Norm wird durch das Präzisionsmaß Vergleichsstandardabweichung σ_R^* (siehe Abschnitt 3.21.8) gekennzeichnet, in der Streuungen der Emission der Maschine nicht berücksichtigt sind.

3.21.2 Präzision des Verfahrens

Die Präzision des Verfahrens ist die qualitative Bezeichnung für das Ausmaß der Übereinstimmung zwischen Ergebnissen, wie sie bei wiederholter Anwendung eines festgelegten Ermittlungsverfahrens gewonnen werden (aus DIN 55 350 Teil 13/01.81).

Anmerkung: Zur Schätzung der Präzision eines Verfahrens ist es nützlich anzunehmen, daß jedes einzelne Ergebnis die Summe mehrerer Komponenten ist,

nämlich die Summe aus dem Mittelwert, der Abweichung B des Labors/Meßorts hiervon und einer Zufallsabweichung e . Hinzu kommt gegebenenfalls die Abweichung C der einzelnen Maschine vom Mittelwert, wenn mehrere Maschinen derselben Maschinenart (z. B. ein Maschinenlos) betrachtet werden (siehe Anmerkung zu Abschnitt 3.21.9). Die Varianz von B wird mit σ_B^2 (siehe Abschnitt 3.21.4), die Varianz von e mit σ_e^2 (siehe Abschnitt 3.21.5) und die Varianz von C mit σ_C^2 (siehe Abschnitt 3.21.9) bezeichnet. Die Summe $\sigma_B^2 + \sigma_e^2$ wird mit σ_R^2 (siehe Abschnitt 3.21.8) bezeichnet.

Die zwei wichtigsten Präzisionsmaße für ein Meßverfahren sind die Wiederholstandardabweichung σ_r und die Vergleichsstandardabweichung σ_R (siehe Abschnitte 3.21.5 und 3.21.8 sowie DIN 55 350 Teil 13, DIN ISO 5725, DIN 1319 Teil 3). In dieser Norm steht die Vergleichbarkeit der Ergebnisse im Vordergrund und damit auch die Vergleichsstandardabweichung σ_R (siehe Abschnitt 3.21.8).

3.21.3 Standardabweichung s , σ

Die Standardabweichung kennzeichnet die Streuung von n Meßwerten oder Meßergebnissen (Stichprobenumfang n) und ist gegeben durch die Gleichung:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n L_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n L_i \right)^2 \right]} \quad (6)$$

wobei L_i der einzelne Meßwert und $\bar{L}$ der arithmetische Mittelwert ist.

Für die Standardabweichung der Grundgesamtheit aller möglichen Meßwerte oder Meßergebnisse wird statt s das Formelzeichen σ verwendet, wobei in der Gleichung n durch den Umfang N der Grundgesamtheit und $\bar{L}$ durch den Erwartungswert μ zu ersetzen sind; $\bar{L}$ ist ein Schätzwert für μ , und s ist ein Schätzwert für σ .

3.21.4 Standardabweichung s_L , σ_L zwischen den Labors/Meßorten

Diese Standardabweichung (siehe Abschnitt 3.21.3) kennzeichnet die Streuung der m mittleren Meßergebnisse von m Labors/Meßorten, ermittelt an derselben Maschine.

s_L ist ein Schätzwert für σ_L .

3.21.5 Wiederholstandardabweichung s_r , σ_r

Die Wiederholstandardabweichung ist die Standardabweichung (siehe Abschnitt 3.21.3) der Meßergebnisse, die unter Wiederholbedingungen ermittelt werden, d. h. bei wiederholter Anwendung des Meßverfahrens (festgelegte Betriebsbedingung, Meßpunktanordnung usw.) an derselben Maschine in kurzen Zeitabständen unter denselben Bedingungen (derselbe Beobachter, dieselben Geräte, derselbe Untersuchungsort/dasselbe Labor).

Die Wiederholstandardabweichung σ_r setzt sich aus σ_a und σ_B zusammen (siehe Abschnitte 3.21.6 und 3.21.7):

$$\sigma_r = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_B^2} \quad (7)$$

s_r ist ein Schätzwert für σ_r .

3.21.6 Standardabweichung s_a , σ_a bedingt durch die akustischen Meßbedingungen

Diese Standardabweichung (siehe Abschnitt 3.21.3) ist der Anteil an der Wiederholstandardabweichung, der die Zufallsstreuung der Meßergebnisse bei konstant bleibender Geräuschemission (besonders durch ideal reproduzierbare Betriebs- und Aufstellungsbedingungen) kennzeichnet.

3.21.7 Standardabweichung s_B , σ_B bedingt durch die Betriebs- und Aufstellungsbedingungen

Diese Standardabweichung (siehe Abschnitt 3.21.3) ist der Anteil an der Wiederholstandardabweichung, der die Streuung der Geräuschemission der Maschine durch ungenügend reproduzierbare oder einhaltbare festgelegte Betriebs- und Aufstellungsbedingungen (siehe Abschnitte 5.2 und 5.3) kennzeichnet.

3.21.8 Vergleichstandardabweichung s_R , σ_R und s_R^* , σ_R^*

Die Vergleichstandardabweichung ist die Standardabweichung (siehe Abschnitt 3.21.3) der Meßergebnisse, die unter Vergleichbedingungen ermittelt werden, d.h. bei Anwendung des Meßverfahrens (festgelegte Betriebsbedingung, jedoch im Rahmen der Norm zulässige unterschiedliche Meßbedingungen, wie z.B. Meßpunktanordnungen) an derselben Maschine zu verschiedenen Zeiten unter verschiedenen Bedingungen (verschiedene Beobachter, verschiedene Geräte und verschiedene Untersuchungsorte/Labors).

Die Vergleichstandardabweichung σ_R schließt die Wiederholstandardabweichung σ_r (siehe Abschnitt 3.21.5) und die Standardabweichung σ_L zwischen den Labors (siehe Abschnitt 3.21.4) ein:

$$\sigma_R = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_L^2} = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_B^2 + \sigma_L^2} \quad (8)$$

Die Vergleichstandardabweichung, deren Anteil σ_B vernachlässigbar klein ist, wird mit σ_R^* bezeichnet:

Anmerkung: σ_a kann im allgemeinen klein gehalten werden.

s_R und s_R^* sind Schätzwerte für σ_R und σ_R^* .

3.21.9 Standardabweichung s_P , σ_P zwischen mehreren Maschinen (Produktionsstandardabweichung)

Diese Standardabweichung (siehe Abschnitt 3.21.3) kennzeichnet die Streuung der unter Wiederholbedingungen ermittelten mittleren Meßergebnisse an unterschiedlichen Maschinen derselben Maschinenart (z. B. Maschinenlos).

Anmerkung: Diese Standardabweichung kennzeichnet nicht die Präzision des Verfahrens, sondern die Streuung der Geräuschemission unterschiedlicher Maschinen und hängt deshalb nur indirekt mit dieser Rahmennorm zusammen (siehe Abschnitt 8, Fußnote 3).

3.21.10 Gesamtstandardabweichung s_t , σ_t

Diese Standardabweichung (siehe Abschnitt 3.21.3)

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2} \quad (9)$$

kennzeichnet die Streuung der unter Vergleichbedingungen ermittelten Meßergebnisse an unterschiedlichen Maschinen (je Labor/Meßort eine Maschine) derselben Maschinenart (z. B. Maschinenlos).

s_t ist ein Schätzwert für σ_t .

3.21.11 Meßunsicherheit u

Das Meßergebnis aus einer Meßreihe ist der um die bekannten systematischen Abweichungen berichtigte (arithmetische) Mittelwert verbunden mit einem Intervall, in dem vermutlich der wahre Wert der Meßgröße liegt. Die Differenz zwischen der oberen Grenze dieses Intervalls und dem berichtigten Mittelwert bzw. die Differenz zwischen dem berichtigten Mittelwert und der unteren Grenze dieses Intervalls wird als Meßunsicherheit u bezeichnet (aus DIN 1319 Teil 3/08.83).

4 Meßgeräte

Die verwendeten Meßgeräte müssen den in der Tabelle 1 b angegebenen Anforderungen genügen.

Anmerkung 1: Hilfsgерäte zum Messen von Geräuschen mit schwankendem Pegel, wie z. B. Pegelschreiber, sollen nach den Angaben ihres Herstellers so eingestellt werden, daß sie den Anforderungen an die Zeitbewertung S bzw. F bzw. I nach DIN IEC 651 innerhalb der geforderten Genauigkeitsklassen entsprechen.

Für Messungen nach Abschnitt 6.1.3 ist vorzugsweise ein solcher Schallpegelmessер zu verwenden, der mit einer Speicherschaltung „HOLD“ ausgerüstet ist.

Anmerkung 2: Wird zur (Zwischen-)Speicherung ein digital oder analog arbeitendes Aufzeichnungsgerät verwendet, so muß es eine Bandbreite von mindestens 12,5 kHz, möglichst jedoch 20 kHz besitzen. Bei der Auswahl des Mikrophons ist darauf zu achten, daß Schalldruckspitzen ohne Übersteuerung verarbeitet werden.

5 Meßgegenstand und Meßbedingungen

In diesem Abschnitt sind die Abgrenzung des Meßgegenstandes und die Bedingungen für die Messung für den Regelfall festgelegt. Spezielle Festlegungen und Präzisierungen zu den folgenden Abschnitten sind dem entsprechenden maschinenspezifischen Folgeteil zu entnehmen. Sind die für die Messungen notwendigen Festlegungen in den folgenden Abschnitten oder in den maschinenspezifischen Folgeteilen nicht ausreichend, so sind zusätzlich spezielle Festlegungen zu vereinbaren und im Meßbericht anzugeben.

Eine schlechte Reproduzierbarkeit des Hauptbetriebszustandes (siehe Abschnitt 5.2.1) und der Aufstellungs- und Befestigungsbedingungen (siehe Abschnitt 5.3) führt zur Verringerung der Präzision des Verfahrens (siehe Abschnitt 8). Deshalb ist es zweckmäßig, die Reproduzierbarkeit bei der Auswahl der Genauigkeitsklassen für die Messung zu berücksichtigen.

5.1 Meßgegenstand

Der Meßgegenstand „Maschine“ ist klar abzugrenzen. Bei Maschinen oder Geräten sind genaue Festlegungen über die Ausstattung zu treffen. Dies wird üblicherweise die Grundausstattung sein. Als Meßgegenstand „Maschine“ ist hier die eigentliche Maschine mit allen für die bestimmungsgemäße Verwendung und Funktionserfüllung erforderlichen Teilen und Gegenständen anzusehen, d.h. die eigentliche Maschine, z. B. in serienmäßiger Ausführung, mit den erforderlichen Hilfsgерäten, gegebenenfalls mit dem Werkzeug (den Werkzeugen) und dem Werkstück (den Werkstücken) oder mit dem Verarbeitungsgut usw.

Lassen sich bestimmte Maschinen nur im Zusammenhang mit einer ganzen Anlage betreiben, so gehören üblicherweise die zum Betrieb notwendigen angebauten Hilfsgерäte, nicht jedoch die angeschlossenen Rohrleitungen und Armaturen, zum Meßgegenstand. Diese sind als Fremdgeräuschquellen anzusehen und gegebenenfalls durch eine Fremdgeräuschkorrektur zu berücksichtigen. Ebenso gelten im allgemeinen nichtangebaute Hilfseinrichtungen als Fremdgeräuschquellen.

Anmerkung: Die Schallabstrahlung einer einzelnen Baugruppe einer Anlage kann nur bestimmt werden, wenn die Geräusche anderer Baugruppen nicht als Fremdgeräusche überwiegen. Das durch Körperschallabstrahlung erzeugte Fremdgeräusch kann durch Messung des Schnellepegels überschlägig ermittelt werden (siehe DIN 45 635 Teil 8, z. Z. Entwurf).

Hängt die Geräuschemission der Maschine stark von den stofflichen Parametern ab, z. B. von der unterschiedlichen Art des Verarbeitungsguts, der Art des Werkstoffes, der Werkstücke, des Werkzeuges und ähnlichem, sind für den

Regelfall für die betreffende Maschinenart eindeutige Festlegungen für diese Parameter zu treffen. Es kann im Ausnahmefall zweckmäßig sein, solche stofflichen Parameter in wenige Gruppen mit typischer Geräuschemission zusammenzufassen. Die Unterschiede dieser Gruppen bezüglich der Geräuschemission können dazu führen, daß sie wie unterschiedliche Maschinen im Sinne des hier betrachteten Meßgegenstands zu behandeln sind. Die genauen Angaben (z.B. Abmessungen, Eigenschaften) über Werkzeuge oder Verarbeitungsgüter werden wegen ihres engen Zusammenhangs mit dem Betriebszustand der Maschine im allgemeinen unter Abschnitt 5.2 gemacht.

Besondere Meßbedingungen können es notwendig machen, daß eine absorbierende oder zusätzliche reflektierende Ebene als Teil des Meßgegenstands zu definieren ist.

5.2 Betriebszustand der Maschine

5.2.1 Hauptbetriebszustand

Die Festlegung des Hauptbetriebszustands im Sinne dieser Norm dient vor allem höchstmöglicher Vergleichbarkeit der Geräuschemission von Maschinen derselben Maschinenart. Im allgemeinen hängt das abgestrahlte Geräusch vom Betriebszustand der Maschine ab. Hauptbetriebszustand für die Geräuschemessung ist der Nennbetrieb bzw. Betrieb unter Nennlast, sofern damit die bei den für die Maschinenart üblichen, besonders häufigen oder typischen Betriebsverhältnisse auftretenden Geräusche erfaßt werden. Falls dieser Betriebszustand nicht festgelegt, nicht typisch oder für die Geräuschemessung zu aufwendig ist, kommen für die Festlegung in maschinenspezifischen Folgeteilen für den Hauptbetriebszustand beispielsweise in Frage:

- Betrieb unter Vollast,
- Betrieb unter simulierter Last,
- Betrieb unter bestimmter Teillast,
- Betrieb bei maximaler Geräuschemission,
- Betrieb bei einem charakteristischen Arbeitszyklus.

Hängt die Geräuschemission auch von anderen Betriebsparametern (z. B. Art des Verarbeitungsgutes, Art des Werkstoffes oder Werkzeuges) ab, sind aus der Gesamtheit der Möglichkeiten Festlegungen zu treffen, die die Variationsmöglichkeiten soweit wie möglich einengen und die hinsichtlich der Geräuschemission als typisch angesehen werden können. Im Sinne von Abschnitt 5 (dritter Satz) sind die aus den verbliebenen Variationsmöglichkeiten getroffenen Festlegungen im Meßbericht anzugeben.

Ist für die Maschinenart der Einfluß der Betriebsparameter auf die Geräuschemission bekannt, so kann ein möglichst einfacher und gut reproduzierbarer Hilfsbetriebszustand (z. B. Leerlauf, simulierter Lastzustand wie Belastung durch Bremse) gewählt werden. Angegeben wird jedoch die Geräuschemission beim Hauptbetriebszustand, die aus der Emission beim Hilfsbetriebszustand berechnet wird. Unterscheidet sich jedoch z. B. die Geräuschemission bei Leerlauf kaum von derjenigen bei Last oder bei unterschiedlichem Verarbeitungsgut, kann als Hauptbetriebszustand direkt der Leerlauf verwendet werden.

Im besonderen Fall können die Ergebnisse für mehrere Betriebszustände, gegebenenfalls unter Berücksichtigung unterschiedlicher Zeitanteile, energetisch zusammengefaßt werden und ergeben damit das Ergebnis für den so definierten Hauptbetriebszustand.

5.2.2 Zusätzliche Betriebszustände

Werden Maschinen einer Maschinenart üblicherweise bei sehr verschiedenen Betriebsbedingungen benutzt, die zu sehr unterschiedlichen Geräuschemissionen (z. B. durch die Wahl unterschiedlicher Werkstücke und Werkzeuge) führen, so können für die wesentlichen Anwendungen der

Maschinenart und je nach Meßzweck zusätzlich zum Hauptbetriebszustand weitere Betriebszustände festgelegt werden, wobei auch der Betriebszustand gewählt werden soll, bei dem die maximale Geräuschemission während des üblichen bestimmungsgemäßen Einsatzes der Maschine auftritt. So kann z. B. auch die Ermittlung der Geräuschemission für unterschiedliche Antriebsleistungen, bei unterschiedlichem Materialeinsatz, bei unterschiedlicher Maschinenausrüstung, in Abhängigkeit vom Zeitverlauf eines Arbeitszyklusses oder für akustisch hervortretende Teilvorgänge zweckmäßig sein. Dabei kann es für die Geräuschemessung unter Umständen ausreichend sein, solche Abhängigkeiten für den Schalldruckpegel an einem oder wenigen ausgewählten Meßpunkten aufzuzeigen.

5.3 Aufstellung und Befestigung der Maschine

Die zu messende Maschine ist möglichst in einer oder mehreren Positionen dem praktischen Betrieb entsprechend aufzustellen und zu befestigen. Ist die betriebsmäßige Aufstellung nicht bekannt oder bestehen hierfür verschiedene Möglichkeiten, so sind besondere Festlegungen zu treffen.

Die zu messende Maschine sollte so aufgestellt sein, daß keine zusätzliche Schallabstrahlung (z. B. von Fundamenten) auftritt, die nicht zur Maschine gehören. So kann die Aufstellung auf einer federnden Unterlage oder eine federnde Aufhängung zweckmäßig sein.

Ankopplungsbedingungen z. B. zwischen An- und Abtriebsmaschinen können erheblichen Einfluß auf die Schallabstrahlung der zu messenden Maschine haben.

Die Maschine muß in einem ausreichenden Abstand von denjenigen reflektierenden Flächen aufgestellt werden, die außerhalb der Meßfläche (siehe Abschnitt 5.4) liegen, so daß die Anforderungen nach Anhang B erfüllt werden.

In der Regel gelten folgende Bedingungen:

Handgeführte Maschinen sollen so aufgehängt oder von Hand geführt werden, daß über die Befestigungsmittel kein Körperschall übertragen wird und daß zu bearbeitendes Material, das nicht zum Meßgegenstand gehört, nicht zu Schwingungen angeregt wird.

Standmaschinen und Wandmaschinen werden an einer reflektierenden (schallharten) Ebene angebracht (Boden, Wand, Meßtisch mit Anstelltischen). Standmaschinen, die ausschließlich zur Aufstellung vor einer Wand vorgesehen sind, werden auf einer schallharten Bodenfläche vor einer schallharten Wand aufgestellt.

5.4 Bezugsquader, Meßfläche, Meßabstand, Meßpunkte, Meßpfade

Bei der Festlegung des Bezugsquaders können einzelne herausragende Bauteile, die nicht wesentlich zur Schallabstrahlung beitragen, unberücksichtigt bleiben. Diese herausragenden Bauteile sind gegebenenfalls in den entsprechenden maschinenspezifischen Folgeteilen genannt. Der Bezugsquader reicht nach Anhang A, Bild A.5, bis an die reflektierende(n) Ebene(n) heran, auch wenn zwischen Maschine und reflektierender Ebene ein Abstand besteht. Bei großen Maschinen (z. B. Maschinensätze) kann eine aus mehreren Quaderoberflächen zusammengesetzte Bezugsfläche benutzt werden.

Bei kleinen Maschinen (klein gegenüber Meßabstand) über einer reflektierenden Ebene besteht die Möglichkeit, den Bezugsquader auf eine Linie (senkrecht zur reflektierenden Ebene) oder auf einen Punkt (auf der reflektierenden Ebene) zu reduzieren.

Die Meßfläche umhüllt den Bezugsquader im festgelegten Meßabstand d und endet an der (den) reflektierenden Ebene(n). Die Meßpfade und Meßpunkte liegen möglichst gleichmäßig verteilt auf der Meßfläche.

5.4.1 Meßflächenform

Die Schalleistung einer Maschine ist unabhängig von der Meßflächenform. Wegen der praktischen Notwendigkeit, Schalldruckpegelmessungen statt Intensitätsmessungen durchzuführen und die Messungen auf Meßpfade bzw. Meßpunkte zu beschränken, können sich bei unterschiedlichen Meßflächenformen und unterschiedlichen Anordnungen der Meßpunkte und Meßpfade geringe Unterschiede in den ermittelten Schalleistungspegeln ergeben. Für eine Maschinenart soll für die üblichen praktischen Meßbedingungen nur eine Meßflächenform (Quader- oder (Halb-)Kugel-Meßfläche) festgelegt werden. Für Maschinen, die unter üblichen Betriebsverhältnissen aufgestellt und/oder in Umgebungen gemessen werden, die ungünstige akustische Eigenschaften aufweisen (schallreflektierende Gegenstände), ist die Wahl eines kleinen Meßabstandes und damit einer Quader-Meßfläche am geeignetsten. Je nach Anzahl reflektierender Ebenen in Maschinennähe nach den üblichen Aufstellungsbedingungen (siehe Abschnitt 5.3) besteht die Meßfläche, die an den reflektierenden Ebenen endet, aus unterschiedlich vielen Seitenflächen der Quaderoberfläche (siehe Anhang A, Bild A.1).

Für Maschinen, die gewöhnlich in einem Freifeld oder Freifeld über einer reflektierenden Ebene aufgestellt und gemessen werden, das den Anforderungen hinsichtlich Fremdgeräusch und Reflexionseigenschaften genügt, kann die Wahl eines größeren Meßabstandes und damit die Wahl einer (Halb-)Kugel-Meßfläche geeignet sein (siehe Anhang A, Bild A.2).

Anmerkung: In der Internationalen Norm ISO 3744-1981 wird zusätzlich eine „conformal surface“ (Quader-Meßfläche mit abgerundeten Ecken und Kanten) angegeben.

5.4.2 Meßabstand

Die Bedingungen für den Meßabstand d sind Tabelle 1 zu entnehmen.

5.4.3 Anordnung der Meßpunkte auf der Quader-Meßfläche (Genauigkeitsklassen 2 und 3)

5.4.3.1 Grundanordnung der Meßpunkte und Meßpfade

Die Ermittlung der Meßpunkte und gegebenenfalls Meßpfade ist in Abhängigkeit von den Abmessungen des Bezugsquaders, vom Meßabstand, von der Anzahl der reflektierenden Ebenen und von der Genauigkeitsklasse im Anhang A, Abschnitt A.1, beschrieben.

Für häufig auftretende Fälle können die Bilder A.1 bis A.4 direkt benutzt werden. Die Bilder A.1 bis A.4 gelten für 5seitige Quader-Meßflächen bei Vorhandensein einer reflektierenden Ebene. Für mehr als eine reflektierende Ebene enthält Bild A.5 Anweisungen.

Für bestimmte Maschinenarten kann der Meßpunkt (gegebenenfalls mehrere) über der Maschine entfallen, wenn er nicht zugänglich ist oder Gefahrenquellen die Meßdurchführung beeinträchtigen.

5.4.3.2 Zusätzliche Meßpunkte

Die Anzahl der Meßpunkte, wie in den Bildern des Anhangs A dargestellt, ist zu erhöhen, wenn

- der Unterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten gemessenen Schalldruckpegel in dB größer ist als die Anzahl der Meßpunkte der Grundanordnung (Genauigkeitsklasse 2) bzw. größer ist als die doppelte Anzahl der Meßpunkte der Grundanordnung (Genauigkeitsklasse 3) oder
- wenn das Geräusch einer großen Maschine nur von einem kleinen Teil dieser Anlage abgestrahlt wird, z. B. aus einer kleinen Öffnung tritt. Hier kann es jedoch zweckmäßig sein, die Meßfläche in Teilflächen mit unterschiedlicher Meßpunktdichte aufzuteilen, nach Anhang F

Teilschalleistungen zu bestimmen und diese energetisch zu addieren.

In der Nähe von Ansaug- oder Ausblasöffnungen sind Meßpunkte so zu legen, daß das Mikrophon nicht vom Luftstrom getroffen wird.

5.4.3.3 Vereinfachte Meßpunktanordnung

Die Meßpunktanordnung kann vereinfacht werden, wenn für die betreffende Maschinenart durch Voruntersuchungen sichergestellt ist, daß das Schallfeld genügend gleichförmig ist, so daß die Messungen zu gleichen Werten des Schalleistungspegels (Abweichungen innerhalb ± 1 dB) führen wie mit der vollständigen Meßpunktanordnung.

Für größere Maschinen kann z. B. bei Genauigkeitsklasse 2 die Vereinfachung darin bestehen, daß bei den im Anhang A, Bilder A.2 bis A.4, dargestellten Grundanordnungen der Meßpunkte jeder zweite Meßpfad weggelassen wird (unter größeren Maschinen werden dabei solche Maschinen verstanden, bei denen mindestens eine der nachfolgenden Bedingungen erfüllt ist: $l_1 > 1 d$; $l_2 > 1 d$; $l_3 > 2 d$).

Bei symmetrischer Maschinengestaltung mit symmetrisch ausgebildetem Schallfeld braucht gegebenenfalls nur an einer Maschinenhälfte gemessen zu werden. Siehe auch Abschnitt 5.4.3.1, letzter Absatz.

Andere Vereinfachungen bedürfen einer detaillierten sachlichen Begründung im maschinenspezifischen Folgeteil.

5.4.3.4 Meßpfade

In bestimmten Fällen (besonders bei stationärem Maschinengeräusch) kann es zweckmäßig sein, statt an den einzelnen Meßpunkten über die Meßpfade zu messen, indem das Mikrophon mit konstanter Geschwindigkeit auf den Meßpfaden entlanggeführt und der Schalldruckpegel gemittelt wird, um den zeitlich und über die Meßfläche gemittelten Pegel zu erhalten (siehe Abschnitte 6 und 7.1.2).

5.4.4 Anordnung der Meßpunkte auf der Kugel- bzw. Halbkugel-Meßfläche

5.4.4.1 Grundanordnung der Meßpunkte

Eine Kugel-Meßfläche hat ihren Mittelpunkt in der Mitte des Bezugsquaders, eine Halbkugel-Meßfläche in der Projektion des Mittelpunktes des Bezugsquaders auf die reflektierende Ebene. Die Grundanordnungen sind Anhang A, Abschnitt A.2 zu entnehmen.

Bedingungen für Radien und Meßabstand sind in Tabelle 1 angegeben.

5.4.4.2 Zusätzliche Meßpunkte

Die Anzahl der Meßpunkte der Grundanordnung ist zu erhöhen, wenn die Differenz in dB zwischen dem höchsten und niedrigsten gemessenen Schalldruckpegel in jedem interessierenden Frequenzband zahlenmäßig größer ist als die halbe Anzahl der Meßpunkte (Genauigkeitsklasse 1) bzw. als die Anzahl der Meßpunkte (Genauigkeitsklasse 2) bzw. als die doppelte Anzahl der Meßpunkte (Genauigkeitsklasse 3).

Wenn die Anforderungen durch die Grundanordnung nach Anhang A, Bild A.6, nicht erfüllt werden, kann durch Drehung der Originalanordnung nach Anhang A, Bild A.6, um 180° um die z-Achse eine zusätzliche Anordnung definiert werden. Die obersten und untersten Punkte beider Anordnungen sind hierbei identisch und sind daher doppelt zu berücksichtigen.

Anmerkung: Wenn die Anforderungen für die Genauigkeitsklasse 1 nicht durch die 40 Punkte der beiden Meßpunktanordnungen erfüllt werden, kann eine genaue Untersuchung des Schalldruckpegels über den Teil der Meßfläche notwendig werden, an dem eine „Bündelung“ bei stark gerichteter Schallabstrahlung beobachtet wird. Diese genaue Untersuchung ist notwendig, um den höchsten und nied-