

ARBEITSWISSENSCHAFTLICHE ERKENNTNISSE

Forschungsergebnisse für die Praxis

Lärminderung – Geräuschemissionswerte 1

Probst, W.

Grundlegende Hinweise zur Geräuschangabe

Inhalt

- 1 Einleitung: Verpflichtung zur Geräuschangabe**
- 2 Emissionskenngröße zur Geräuschangabe**
 - 2.1 Emissions- und Immissionswerte
 - 2.2 Emissionswerte zur Beschreibung des Lärms von Maschinen
 - 2.3 Der Schalleistungspegel
 - 2.4 Der Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz
 - 2.5 Zusätzliche Emissionskenngrößen
- 3 Angabe der Emissionswerte**
 - 3.1 Allgemeines
 - 3.2 Unsicherheit
 - 3.3 Beispiel
- 4 Normen zur Geräuschmessung**
- 5 Schrifttum**

Ergebnisse aus dem im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung, Bonn, und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, durchgeführten Forschungsvorhaben, dargestellt in der Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Forschung – Fb 399 und 680 von

Probst, W.

Geräuschemissionswerte – Statistische Berücksichtigung von Meßgenauigkeiten, Raumeinfluß, Produktionsstreuung

Probst, W.

Messung der Geräuschemission großer Maschinen

Nachdruck und auszugsweise Wiedergabe nur mit ausdrücklicher vorheriger Zustimmung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, gestattet.

Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. **88** (2. überarbeitete Auflage)
Lärminderung – Geräuschemissionswerte 1
Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1998
ISBN 0720-1699

1 Einleitung: Verpflichtung zur Geräusch- angabe

Durch EU-Richtlinien [1] und als deren nationale Umsetzung die 9. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz¹ (9. GSGV) [2] sind die Hersteller von Maschinen, soweit diese Maschinen als Arbeitsmittel anzusehen sind, verpflichtet, sachdienliche Angaben über die bei üblichen Einsatzbedingungen verursachten Geräuschemissionen zu machen.

Damit sollen den Maschinenbetreibern die Informationen zur Verfügung gestellt werden, die sie benötigen, um ausreichend lärmarme Maschinen auswählen und ihre Arbeitsstätten entsprechend den gesetzlichen Anforderungen einrichten zu können. Wenn bekannt ist, wieviel Lärm jede Maschine beim normalen Betrieb erzeugt, kann wenigstens annähernd beurteilt werden, ob eine Überschreitung von Lärmgrenzwerten zu erwarten ist und ob ggf. besondere Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Diese globale Verpflichtung stellte viele Unternehmer vor neue, in dieser Konsequenz vorher nicht behandelte Aufgaben. Obwohl ein Maschinenhersteller nach wie vor keine akustischen Spezialkenntnisse benötigt, sollte er doch wissen, welche Geräuschemissionswerte angegeben werden müssen, wie diese ermittelt werden können und welche Anforderungen an die Genauigkeit einer solchen Messung bestehen. Nur so kann ein effizientes, wirtschaftlich orientiertes Qualitätssicherungssystem aufgebaut werden, mit dessen Hilfe ein maschinenherstellendes Unternehmen stets über die Geräuschemission seiner Produkte informiert ist.

Die Ermittlung der Geräuschemissionswerte erfolgt in der Regel nach genormten Verfahren. Allerdings ist es oft nicht möglich – und auch nicht nötig – an allen hergestellten Maschinen Schallmessungen durchzuführen. Mit dieser Reihe der „Arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse – Forschungsergebnisse für die Praxis“ Lärminderung – Geräuschemissionswerte 1 bis 5 [3, 4, 5, 6, 24] sollen deshalb neben der Vermittlung von Grundlagen [3, 6] auch einige Hinweise gegeben werden, wie sich ein Unternehmen ein ausreichend genaues Bild von der Geräuschemission der Maschinen des Lieferprogramms verschaffen kann, ohne an jeder einzelnen Maschine Schallmessungen durchführen zu müssen [5].

Wird die normgerechte Messung jeder individuellen Maschine vor ihrer Auslieferung durch stichprobenartige Messungen ersetzt, so führt dies natürlich zu weniger sicheren Kenntnissen – dies erfordert eine realistische Einschätzung der Unsicherheiten, damit die Risiken durch zu niedrig angegebene Geräuschemissionswerte begrenzt werden können [6].

2 Emissions- kenngrößen zur Geräusch- angabe

2.1 Emissions- und Immissionswerte

Emissionswerte für eine Maschine geben an, wieviel Lärm von ihr unter festgelegten Aufstellungs- und Betriebsbedingungen abgestrahlt wird.

Immissionswerte geben im Unterschied hierzu an, wie laut es an einem bestimmten Ort ist bzw. welcher Schallpegel dort gemessen wird. Die Immissionswerte, die z.B. an einem Arbeitsplatz in einem Raum ermittelt werden, sind u. a. von der Schallabstrahlung der anderen im Raum aufgestellten Maschinen sowie von den Eigenschaften des Raumes abhängig.

¹ Für Geräte, die nicht unter die 9. GSGV fallen, z.B. Gas-Schweißgeräte, gilt für die Geräuschangabe die 3. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz.

Geräuschangaben für Maschinen sind deshalb **stets Geräuschemissionswerte** – wie laut es im Einzelfall, z. B. an einem Arbeitsplatz wird, hängt von der Geräuschemission aller Maschinen sowie von den geometrischen und akustischen Eigenschaften des Raumes ab.

Geräuschemissionswerte sind somit maschinenbezogene Größen, die unabhängig von Umgebungsbedingungen sind und bei einem normativ festgelegten Betriebszustand ermittelt werden. Im Unterschied dazu repräsentieren die Geräuschimmissionswerte – z. B. der Beurteilungspegel – die tatsächliche Lärmeinwirkung am Arbeitsplatz bzw. im Arbeitsbereich. Dieser Beurteilungspegel wird aus dem auf eine 8stündige Arbeitsschicht bezogenen äquivalenten Dauerschallpegel ermittelt, der ggfs. mit Korrekturzuschlägen für Impuls- oder Tonhaltigkeit versehen ist. Die Immission bzw. der Beurteilungspegel beinhaltet somit den gesamten auf einen Arbeitsplatz einwirkenden Schall (direkt und reflektiert sowie von anderen Maschinen) während des normalen Betriebes.

Für die Zwecke der Geräuschangabe sind zwei Geräuschemissionswerte von Bedeutung

- der Schalleistungspegel L_{WA}
- der Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz L_{pA} .

2.2 Emissionswerte zur Beschreibung des Lärms von Maschinen

Beide Kenngrößen sind A-bewertet und über eine festgelegte Meßzeit während des typischen Betriebs der Maschine (etwa 0.5 bis 5 Minuten für typische Betriebszustände) gemittelt. L_{WA} und L_{pA} sind die Hauptkenngrößen, um den von Maschinen abgestrahlten Luftschall zu quantifizieren, zu vergleichen und zu bewerten und um die Geräuschimmission an den Arbeitsplätzen während der 8Stunden-Schicht abschätzen zu können.

Der Schalleistungspegel L_{WA} – der Haupt-Geräuschemissionswert einer Maschine – gibt an, wieviel Schall die Maschine insgesamt abgibt. Er hängt von der Intensität der abgestrahlten Schallwellen und von der Größe der Maschine ab (**Bild 1**).

2.3 Der Schalleistungspegel

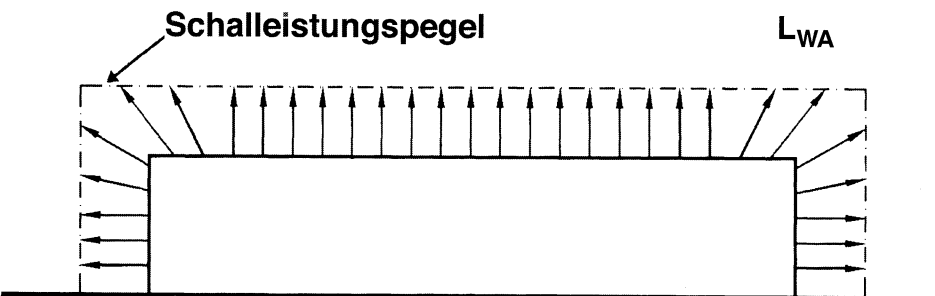


Bild 1: Der Schalleistungspegel als Information über die gesamte Lärmabstrahlung der Maschine

In einem Raum, in dem mehrere Maschinen betrieben werden, wird es um so lauter, je höher der Schalleistungspegel aller Maschinen zusammen ist. Die Ermittlung des Schalleistungspegels erfolgt entsprechend den Normen ISO¹ 3744 bis ISO 3746, die der Geräuschangabe zugrunde liegen. Hierbei wird an mehreren Meßpunkten auf einer gedachten, die Maschine völlig umschließenden Hüllfläche der Schalldruckpegel bzw. die Intensität des abgestrahlten Schalls gemessen.

2.4 Der Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz

Der Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz² L_{pA} gibt an, welcher Schalldruckpegel an dem zur Maschine gehörenden Arbeitsplatz aufgrund der Emission dieser Maschine erzeugt wird, wenn keine zusätzlichen Einflüsse wie die Rückwirkung des Raumes oder reflektierende Gegenstände zur Schallpegelerhöhung führen.

Der Emissions-Schalldruckpegel könnte am Arbeitsplatz direkt gemessen werden, wenn die Maschine im Freien auf reflektierendem Boden allein aufgestellt und ohne andere Geräuschquellen betrieben würde.

Der Emissions-Schalldruckpegel liefert somit nur eine Information über die Schallabstrahlung in einer bestimmten Richtung – der des zugeordneten Arbeitsplatzes oder Arbeitsbereiches. Normalerweise ist der gemessene Schalldruckpegel an diesem Punkt oder in diesem Bereich aufgrund der Reflexionen an Raumbegrenzungsflächen in den Arbeitsräumen höher als der Emissions-Schalldruckpegel L_{pA} .

Es ist durchaus möglich, daß eine laute und insgesamt viel Schall abstrahlende Maschine einen niedrigen Emissions-Schalldruckpegel aufweist, wenn durch besondere Maßnahmen, wie z. B. abschirmende transparente Verkleidungen, die Abstrahlung in der Richtung zu diesem Arbeitsplatz vermindert wird (**Bild 2**).

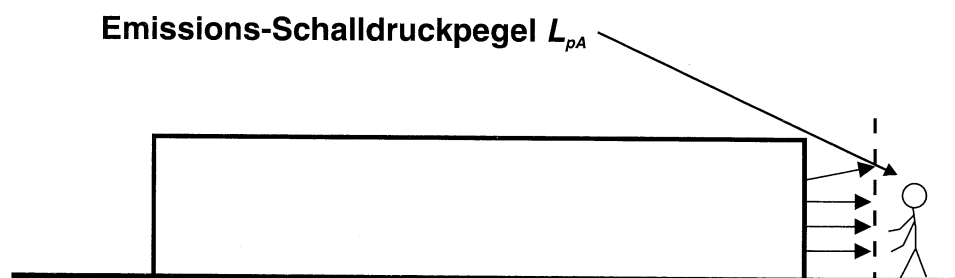


Bild 2: Der Emissions-Schalldruckpegel als Information über die Lärmabstrahlung am Arbeitsplatz

¹ Hier und im folgenden wird statt die Bezeichnung DIN EN ISO abkürzend ISO verwendet.

² Im folgenden wird die Kenngröße „Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz“ verkürzend als „Emissions-Schalldruckpegel“ bezeichnet.

Der Emissions-Schalldruckpegel einer Maschine ist eine wichtige Schlüsselgröße – von seiner Höhe hängt es ab, welche Geräuschangabe nach [1] für eine Maschine gesetzlich vorgeschrieben ist – siehe Abschnitt 3.1.

Für Maschinen, bei denen der am Arbeitsplatz mit Frequenzbewertung C gemessene Spitzenwert des Emissions-Schalldruckpegels $L_{pC,peak}$ – gemessen in Stellung „Peak“ des Schallpegelmeßgerätes – den Wert von 130 dB überschreitet, muß auch dieser Wert angegeben werden.

Damit können durch den Betreiber hohe Spitzenwerte gemäß UVV Lärm [7] berücksichtigt werden.

Für die schalltechnische Planung ist es weiterhin vorteilhaft, wenn für den Schalldruckpegel an einem bestimmten Meßpunkt oder für den Schalleistungspegel auch ein Frequenzspektrum angegeben wird.

Welcher Emissionswert für die Maschine angegeben werden muß, hängt nach [1] vom Emissions-Schalldruckpegel L_{pA} ab:

- Für Maschinen mit einem Emissions-Schalldruckpegel L_{pA} kleiner oder gleich 70 dB(A) reicht die Angabe 70 dB(A) aus.
- Liegt der Emissions-Schalldruckpegel L_{pA} zwischen 70 dB(A) und 85 dB(A), so müssen für die einzelne Maschine oder für den Maschinentyp Angaben zum Emissions-Schalldruckpegel genannt werden.
- Ist der Emissions-Schalldruckpegel größer als 85 dB(A), so müssen für die Maschine oder für den Maschinentyp Angaben zum Schalleistungspegel und zum Emissions-Schalldruckpegel gemacht werden.
- Für Maschinen, bei denen der mit Frequenzbewertung C gemessene Spitzenwert des Emissions-Schalldruckpegels $L_{pC,peak}$ – gemessen in Stellung „Peak“ des Schallpegelmeßgerätes – den Wert von 130 dB überschreitet, muß auch dieser Wert angegeben werden.

Unabhängig von der im Einzelfall zutreffenden Anforderung durch [1] ist es empfehlenswert, stets den Schalleistungspegel und den Emissions-Schalldruckpegel zu ermitteln bzw. sich ausreichende Kenntnis über diese beiden Kenngrößen für die eigene Maschinenproduktion zu verschaffen. Nur so kann auf alle diesbezüglichen Anforderungen des Marktes reagiert und jede schalltechnische Anforderung sachgerecht beurteilt werden.

Der Hersteller muß nach der 9. GSGV die aktuellen Emissionswerte ermitteln und angeben. Diese Angabe ist in ISO 4871 [8] geregelt. Solche angegebenen Werte sollten auch nachprüfbar sein, da sie Gegenstand von Kaufentscheidungen, Beurteilungen, Planungen und Kontrollen sind. Nun ist das Ergebnis einer solchen nachprüfenden Messung natürlich nie genau vorhersagbar. Trotz der Regelung durch Normen werden sich bei der Messung derselben Maschine in unterschiedlichen Labors oder Räumen geringfügig unterschiedliche Emissionswerte ergeben.

Des weiteren unterscheiden sich die Unsicherheiten bei den verschiedenen Meßverfahren aufgrund unterschiedlicher Anforderungen an die Meßumgebung sowie der Anzahl der Meßpunkte.

2.5 Zusätzliche Emissionskenngrößen

3. Angabe der Emissionswerte

3.1 Allgemeines

3.2 Unsicherheit

Dabei ist das Meßverfahren der

- Genauigkeitsklasse 1 das Meßverfahren mit der geringsten (Präzisionsmessung, nur in speziellen Meßlabors),
- Genauigkeitsklasse 2 das Meßverfahren mit einer mittleren (Betriebsmessung),
- Genauigkeitsklasse 3 das Meßverfahren mit der größten (Orientierungsmessung)

Unsicherheit.

Bei der Geräuschangabe müssen die Unsicherheiten berücksichtigt werden, die auch bei einer normgerechten Messung nicht vermeidbar sind. Diese Unsicherheit K des angegebenen Werts wird nach ISO 4871 [5] für Einzelmaschinen aus der Vergleichsstandardabweichung σ_R des Meßverfahrens nach

$$K = 1,65 \cdot \sigma_R$$

bestimmt. K wird in der Regel maschinenspezifisch in der für die betreffende Maschinenart geltenden Geräuschmeßnorm festgelegt.

Wegen dieser Unsicherheit soll der Hersteller zu dem von ihm festgestellten Emissionswert einen Zuschlag K addieren (Einwertangabe) oder getrennt angeben (Zweiwertangabe). Dies führt zu Angabewerten, bei denen das Risiko einer Überschreitung im Rahmen einer Nachprüfung auf 5 % begrenzt wird. Weitere Hinweise sowie Beispiele befinden sich in [5].

Falls keine Geräuschmeßnorm oder keine derartige Festlegung existiert, kann entsprechend ISO 4871 [8] Anhang A für Messungen mit Genauigkeitsklasse 2 eine Unsicherheit $K = 2.5$ dB und bei Genauigkeitsklasse 3 $K = 4$ dB als Schätzwert verwendet werden.

Nach ISO 4871 kann die Geräuschangabe für eine bestimmte Maschinenart als Einzahl- oder als Zweizahl-Angabe festgelegt sein:

- bei der Einzahl-Angabe wird die Unsicherheit K , die in der Regel nur wenige dB beträgt, zum gemessenen Wert **dazugezählt**. Die Kenngrößen $L_{WA,d}$, $L_{pA,d}$ und ggf. $L_{pC,peakd}$ erhalten somit bereits die Unsicherheit ($L_d = L + K$).
- bei der Zweizahl-Angabe wird der gemessene Wert L_{WA} , L_{pA} und ggf. $L_{pC,peak}$ und die jeweils zugehörige Unsicherheit K_{WA} , K_{pA} und ggf. $K_{pC,peak}$ **getrennt** angegeben.

Im Rahmen der 9. GSGV [2] bzw. der EU-Richtlinie [1] wird die Zweizahl-Angabe verwendet. Die Einzahl-Angabe wird für im Freien betriebene Maschinen (Baumaschinen, Rasenmäher etc.) gemäß der entsprechenden EU-Richtlinien verwendet.

Das formale Vorgehen ist somit für den Maschinenhersteller verhältnismäßig einfach, da die Unsicherheit K maschinenspezifisch festgelegt wird – wo dies schon geschehen ist, kann der entsprechende Hinweis aus der maschinenspezifischen Geräuschmeßnorm entnommen werden.

Der Hersteller gibt den selbstermittelten Meßwert und die Unsicherheit für die Geräuschemissionswerte Schalleistungspegel L_{WA} und Emissions-Schalldruckpegel L_{pA} an, bei festgelegter Einzahl-Angabe gleich als Summe von Meßwert und Unsicherheit. Bei der Nachprüfung durch den Maschinenkäufer gilt der zugesicherte Wert als eingehalten, wenn durch Messung ein Wert ermittelt wird, der den Wert der Einzahl-Angabe bzw. die Summe aus Geräuschemissionswert und Unsicherheit K bei der Zweizahl-Angabe nicht überschreitet.

Die Messung des Schalleistungspegels mit der Genauigkeitsklasse 2 ($K = 2.5$ dB) einer Maschine eines Herstellers ergibt $L_{WA} = 95$ dB(A). Angegeben wird bei der

3.3 Beispiel

- Einzahl-Angabe $L_{WA} = 97.5$ dB(A)
- Zweizahl-Angabe $L_{WA} = 95$ dB(A) sowie eine Unsicherheit $K = 2,5$ dB

Die Geräuschangabe durch den Maschinenhersteller und die Nachprüfung von angegebenen Werten setzt voraus, daß durch Normen ausreichend genau festgelegt ist, wie die Messung dieser Werte vorzunehmen ist.

4 Normen zur Geräuschmessung

Hierbei sind zwei verschiedene Arten von Geräuschmeßnormen zu unterscheiden

1. die bezüglich Maschinentyp allgemein gehaltenen Rahmennormen (B-Normen, siehe **Tabelle 1**), zur Ermittlung des
 - Schalleistungspegels nach einer Norm der Reihe ISO 3740 (mit ISO 3741 bis 3747 zur Messung und ISO 4871 zur Angabe)
 - Emissions-Schalldruckpegels nach einer Norm der Reihe ISO 11200 (ISO 11201 bis 11204 zur Messung und ISO 4871 zur Angabe)
2. die C-Normen, d. h. auf bestimmte Maschinenarten bezogene Geräuschmeßnormen sowie entsprechende Abschnitte der Sicherheitsnormen. Hierunter fallen auch die maschinenspezifischen Folgeteile der DIN 45635 (Teil 10 bis 66) sofern diese nicht durch europäische Normen ersetzt worden sind.

Grundsätzlich sind zur Ermittlung der Geräuschemissionswerte einer Maschine die für diese Maschinenart zutreffenden C-Normen zu verwenden. Existiert für die entsprechende Maschinenart jedoch keine C-Norm, so ist das Meßverfahren der geeigneten B-Norm nach Tabelle 1 zu verwenden, siehe [3].

Die Geräuschmessung einer Maschine nach der Rahmennorm bzw. den maschinenspezifischen Geräuschmeßnormen erfordert in der Regel kein spezielles Labor, sondern kann am jeweiligen Aufstellungsort erfolgen. Dies ermöglicht auch Messungen zur Nachprüfung des angegebenen Werts bei einer Neubeschaffung nach der Montage und Inbetriebnahme im Werk.

Die Messung unter den jeweils vorgegebenen Umgebungsbedingungen ist möglich, weil bei der Ermittlung der Geräuschemission entsprechend den genannten Rahmennormen

Geräuschemissionswert	Formelzeichen	Rahmennorm für die	
		Ermittlung	Angabe
Schalleistungspegel (in dB re 1 pW)	L_{WA}	ISO 3740 ISO 3741 ISO 3743-1/-2 ISO 3744 ISO 3745 ISO 3746 ISO 3747 (DIN 45635-1)*	ISO 4871 DIN EN 27574-2
Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz (in dB re 20 µPa)	L_{pA}	ISO 11200 ISO 11201 ISO 11202 ISO 11203 ISO 11204 (DIN 45635-1) Anhang D)	ISO 4871 DIN EN 27574-2
ersatzweise: höchster Schalldruckpegel in 1 m Abstand von der Maschinenoberfläche und 1.6 m Höhe	$L_{pA\ 1m, max.}$		
Höchstwert des momentanen C-bewerteten Schalldruckpegels am Arbeitsplatz	$L_{pC, peak}$	ISO 11200 ISO 11201 ISO 11202 ISO 11204 (DIN 45635-1)*	ISO 4871 DIN EN 27574-2

* nur in Verbindung mit einer C-Norm 45635, Teil 10 bis 66, die noch nicht durch eine europäische Norm ersetzt wurde

Tabelle 1: Geräuschemissionswerte, die nach der 9. GSGV erforderlich sind und Rahmennormen (B-Normen), die als ISO-Norm, teilweise auch als DIN-EN-Entwurf vorliegen und die für die relevanten maschinenspezifischen Geräuschmeßnormen benötigt werden.

- die Messungen in geringem Abstand von der Maschine – meist 1 m – durchgeführt werden,
- der Einfluß von den im industriellen Bereich nie völlig vermeidbaren Fremdgeräuschen durch eine einfache Fremdgeräuschkorrektur rechnerisch berücksichtigt werden kann und
- die Einwirkung von Reflexionen z.B. an Raumbegrenzungsflächen und Nachbarmaschinen auf Meßwerte durch eine einfache Umgebungskorrektur berücksichtigt wird.

Die Vielfalt der Rahmennormen für die Ermittlung und Angabe von Geräuschemissionswerten, die sich durch die europäische Harmonisierung ergeben hat, mag auf den ersten Blick etwas verwirren. Im Grunde sind die Meßverfahren jedoch bis auf wenige Ausnahmen dieselben, die vorher durch die DIN 45635 – Reihe beschrieben waren.

5 Schrifttum

- [1] Richtlinie des Rates vom 14. Juni 1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen (89/392/EWG)
- [2] Neunte Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – 9. GSGV)

- [3] *Probst, W.*: „Lärminderung – Geräuschemissionswerte 2 – Auswahl der Geräuschmeßverfahren anhand der Rahmennormen“, aus der Reihe „Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse – Forschungsergebnisse für die Praxis“ Nr. 89, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund 1998 (2. überarbeitete Auflage)
- [4] *Probst, W.*: „Lärminderung – Geräuschemissionswerte 3 – Bestimmung der Geräuschemissionswerte für die Geräuschangabe“ aus der Reihe „Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse – Forschungsergebnisse aus der Praxis“ Nr. 90, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund 1998 (2. überarbeitete Auflage)
- [5] *Probst, W.*: „Lärminderung – Geräuschemissionswerte 4 – Verfahren zur Bestimmung der Geräuschemissionswerte von Maschinen unter besonderen Bedingungen“ aus der Reihe „Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse – Forschungsergebnisse aus der Praxis“ Nr. 91, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund 1998 (2. überarbeitete Auflage)
- [6] *Probst, W.*: „Lärminderung – Geräuschemissionswerte 5 – Die Unsicherheit bei der Geräuschangabe“ aus der Reihe „Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse – Forschungsergebnisse für die Praxis“ Nr. 107 Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund 1998 (2. überarbeitete Auflage)
- [7] Unfallverhütungsvorschriften LÄRM (UVV Lärm) VBG 121, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V., St. Augustin, Carl Heymans Verlag KG, Köln.
- [8] DIN EN ISO 4871 „Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten
- [9] DIN EN ISO 3740 „Akustik – Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschquellen – Leitlinien für die Anwendung von Grundnormen und für die Erarbeitung von Schall-Prüfvorschriften“
- [10] DIN EN ISO 3741 „Akustik – Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1“
- [11] DIN EN ISO 3743-1 „Akustik – Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschquellen; Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für kleine, transportable Quellen in Hallfeldern; Teil 1: Vergleichsverfahren in Prüfräumen mit schallharten Wänden“
- [12] DIN EN ISO 3743-2 „Akustik – Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschquellen; Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für kleine, transportable Quellen in Hallfeldern; Teil 2: Direktverfahren für Sonderhallräume“
- [13] DIN EN ISO 3744 „Akustik – Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschquellen – Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2

für ein im wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene“

- [14] DIN EN ISO 3745 „Akustik – Bestimmung des Schalleistungspegels von Schallquellen -Präzisionsverfahren für reflexionsarme und halbrelexionsarme Räume“
- [15] DIN EN ISO 3746 „Akustik – Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschquellen -Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene“
- [16] DIN EN ISO 3747 „Akustik – Bestimmung des Schalleistungspegels von Schallquellen – Übersichtsverfahren mit Bezugsschallquellen“
- [17] DIN 45 635-1 „Geräuschmessung an Maschinen – Luftschallemission, Hüllflächenverfahren; Rahmenverfahren für 3 Genauigkeitsklassen“
- [18] DIN EN ISO 11 200 „Akustik – Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten; Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen zur Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten“
- [19] DIN EN ISO 11 201 „Akustik – Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten; Messung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten; Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene“
- [20] DIN EN ISO 11 202 „Akustik – Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten; Messung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten; Verfahren der Genauigkeitsklasse 3 für Messungen unter Einsatzbedingungen“
- [21] DIN EN ISO 11 203 „Akustik – Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten; Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten aus dem Schalleistungspegel“
- [22] DIN EN ISO 11 204 „Akustik – Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten; Messung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten; Verfahren mit Umgebungskorrekturen“
- [23] DIN EN 27574-2 „Akustik – Statistische Verfahren zur Festlegung und Nachprüfung angegebener (oder Vorgegebener) Geräuschemissionswerte von Maschinen und Geräten – Teil 2: Verfahren für Angaben (oder Vorgaben) von Einzelmaschinen“
- [24] *Fritz, K.R. et.al.:* „Lärminderung – Geräuschdatenblatt für die Beschaffung von Maschinen“ aus der Reihe „Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse – Forschungsergebnisse für die Praxis“ Nr. 85, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund 1998 (2. überarbeitete Auflage)