

Geräuschmessung an Maschinen

Luftschallemission, Hüllflächen-Verfahren
Maschinensätze in Wasserkraftanlagen
und Wasserpumpenanlagen**DIN**
45 635
Teil 40

Measurement of airborne noise emitted by machines; enveloping surface method; machine sets in hydroelectric power stations and water pumping plants

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1	7 Auswertung	5
2 Bezeichnung	2	7.1 Berechnen des A-Meßflächen-Schalldruckpegels $\bar{L}_{pA}$	5
3 Begriffe, Größen	3	7.2 Berechnen des A-Schalleistungspegels L_{WA}	5
4 Meßgeräte	3	7.3 Ermittlung des arbeitsplatzbezogenen Emissionswertes	5
5 Meßgegenstand und Meßbedingungen	3	8 Präzision des Verfahrens und Unsicherheit der Meßergebnisse	5
5.1 Meßgegenstand	3	9 Meßbericht (Meßprotokoll)	5
5.2 Betriebszustand der Maschine	3	10 Hinweise für die Anwendung der Meßergebnisse	5
5.3 Aufstellung und Befestigung der Maschine	3	10.1 Geräuschkennwerte	5
5.4 Meßverfahren, Bezugsquader, Meßfläche, Meßabstand, Meßpunkte, Meßpfade	3	10.2 Zuordnung der Geräuschkennwerte	5
5.5 Meßumgebung	3	Anhang A Zusatzfall und Sonderfall	10
6 Durchführung der Messung	4	Zitierte Normen und andere Unterlagen	11
6.1 Messen des A-Schalldruckpegels	4		
6.2 Messen des Schalldruckspektrums	4		
6.3 Messen des Fremdgeräuschpegels	4		
6.4 Ermittlung des Meßflächeninhaltes S und des Meßflächenmaßes L_s	4		

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm schafft mit DIN 45 635 Teil 1 die Voraussetzungen dafür, daß von Maschinen in Wasserkraft- und Wasserpumpenanlagen unmittelbar an die umgebende Luft im stationären Betrieb abgestrahlte Geräusche (Geräuschemission) nach einheitlichen Verfahren ermittelt werden, so daß die Ergebnisse vergleichbar sind.

Welche von den in dieser Norm beschriebenen Messungen durchgeführt werden, hängt weitgehend vom Zweck der Messung ab:

- Ist die Geräuschemission der Anlage oder einzelner Komponenten hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Geräuschimmissionen an Arbeitsplätzen zu bestimmen, wird der Schwerpunkt bei Messungen im Innern der Gebäudeteile liegen, in denen die Maschinen untergebracht sind und in denen Arbeitsplätze vorhanden sind.

- Ist die Geräuschemission hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Geräuschimmission in der Nachbarschaft der Anlage zu bestimmen, werden die Messungen hauptsächlich zur Bestimmung der Geräuschanteile, die nach außen abgestrahlt werden, durchzuführen sein.

Diese Norm gilt für Wasserkraftanlagen oder Wasserpumpenanlagen mit Turbinen, Pumpen und Pumpturbinen einschließlich der angetriebenen und antreibenden Maschinen (Generatoren oder Motoren und eventuell dazwischengeschaltete Getriebe usw.) und ihrer Hilfsanlagen, in dieser Norm Maschinensätze in Wasserkraftanlagen genannt. Ferner ist sie auf Wasserpumpenanlagen, z. B. für Trinkwasserversorgung oder Bewässerung, anwendbar.

Die Geräuschemission einzelner Komponenten der Anlage und/oder Hilfsaggregate können, z. B. bei getrennter Aufstellung und ausreichender akustischer Trennung auch

Fortsetzung Seite 2 bis 11

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

einzelnen bestimmt werden. Gibt es für diese Maschinenarten spezielle Normen der Reihe DIN 45 635, sind die Messungen danach durchzuführen.

Anmerkung: Gehören bestimmte Anlagenteile nicht zum Meßgegenstand, werden die von ihnen erzeugten Geräusche als Fremdgeräusche eingestuft.

Da die Norm für verschiedene Zwecke und Anlagentypen (bekannteste Typen siehe Bilder 3 bis 7) gilt, ist im Sinne dieser Norm für den einzelnen Meßzweck und Anlagentyp aus den angebotenen Möglichkeiten eine Auswahl zu treffen (siehe auch Tabelle 1).

Wenn die Geräuschemessung am gesamten Maschinensatz (z. B. durch Messung in nur einem Raum) nicht möglich oder sinnvoll ist (Bestimmung des Gesamtschalleistungspegels), kann diese Norm auch auf einzelne Teilbereiche angewendet werden. In diesem Fall werden Teilschalleistungspegel bestimmt, entweder im Sinne einer räumlichen Abgrenzung (Geräuschabstrahlung in die als wesentlich erachteten unterschiedlichen Räume) oder im Sinne der Erfassung der Geräuschabstrahlung einzelner Anlagenteile (z. B. der elektrischen Maschine).

An festgelegten Arbeitsplätzen oder Arbeitsbereichen kann gegebenenfalls zusätzlich zu Schalleistungspegeln

der für Fremdgeräusche und Umgebungsrückwirkungen korrigierte A-Schalldruckpegel ermittelt werden (arbeitsplatzbezogener Emissionswert siehe Beiblatt 2 zu DIN 45 635).

Das Meßverfahren dieser Norm wird in die Genauigkeitsklasse 3 nach DIN 45 635 Teil 1 eingestuft und muß damit den entsprechenden Anforderungen nach DIN 45 635 Teil 1/04.84, Tabelle 1, genügen.

Bei Messungen in akustisch günstigen Umgebungen kann die Einstufung jedoch auch in die Genauigkeitsklasse 2 erfolgen, wenn die entsprechenden Anforderungen nach DIN 45 635 Teil 1/04.84, Tabelle 1, erfüllt sind.

Diese Einstufung ist entsprechend in der Bezeichnung des Verfahrens zu berücksichtigen.

2 Bezeichnung

Bezeichnung des Verfahrens der Geräuschemessung an Maschinensätzen nach dieser Norm (40) der Genauigkeitsklasse 3 (KL3):

Geräuschemessung DIN 45 635 – 40 – KL3

Tabelle 1. Anwendungsfälle

Anlagentyp	A Regelfall (siehe Abschnitt 5.4)		B Zusatzfall (siehe Anhang A, Abschnitt A.1)		C Sonderfall (siehe Anhang A, Abschnitt A.2)
	örtlicher Bereich für die Messung	erfaßbare Anlagenteile	örtlicher Bereich für die Messung	erfaßbare Anlagenteile	
I (siehe Bild 3) Maschinensatz mit horizontaler Welle	Maschinenhalle ³⁾	alle wesentlichen Aggregate des Maschinensatzes über Flur, gegebenenfalls Hilfsaggregate ¹⁾	Räume, die mit Teilen des Maschinensatzes in Verbindung stehen	Teile des Maschinensatzes, Hilfsaggregate	Räume, zu denen nur Körperschallübertragung besteht
II (siehe Bilder 4 und 5) Maschinensatz mit vertikaler Welle in der Maschinenhalle	Maschinenhalle ³⁾	Teile des Maschinensatzes, die über den Boden der Halle hinausragen oder mit ihm abschließen ²⁾ gegebenenfalls Hilfsaggregate ¹⁾			
III (siehe Bild 6) Maschinensatz mit vertikaler Welle, keine Maschinenhalle	Im Freien über Maschinenabdeckung	Teile des Maschinensatzes, die über seine Abdeckung hinausragen oder mit ihr abschließen ²⁾			
IV (siehe Bild 7) Rohrturbine	—	—		Teile des Maschinensatzes	

1) Siehe gegebenenfalls auch maschinenspezifische Normen der Reihe DIN 45 635

2) Körperschallübertragung ist zu berücksichtigen

3) Die Maschinenhalle ist derjenige Raum eines Kraftwerks, in dem sich mindestens der Generator oder Motor des Maschinensatzes befindet, oder in den dieser Generator oder Motor hineinragt. In der Maschinenhalle erfolgt die Montage der wesentlichen maschinentechnischen Anlagen, in ihr ist deshalb meistens der Kran mit der höchsten Tragfähigkeit installiert.

3 Begriffe, Größen

Nach DIN 45 635 Teil 1.

Erklärungen zu den Begriffen Gesamtschalleistungspegel und Teilschalleistungspegel siehe Abschnitt 1.

4 Meßgeräte

Nach DIN 45 635 Teil 1.

5 Meßgegenstand und Meßbedingungen

5.1 Meßgegenstand

Meßgegenstand der Geräuschmessung sind alle Anlagenteile, die für den Betrieb des fertig montierten und mit allen zugehörigen Verkleidungen und Abdeckungen versehenen Maschinensatzes erforderlich sind. Hauptsächlich sind dies die Turbine, Pumpe oder Pumpturbine, der Generator, Motor oder Motor-Generator und – falls vorhanden – das Getriebe und der angekuppelte Erregersatz; außerdem Hilfsaggregate, besondere Anlagenteile wie Druckleitung, Absperrarmatur und Saugleitung. Dem Zweck der Messung entsprechend sind gegebenenfalls Abgrenzungen festzulegen.

5.2 Betriebszustand der Maschine

Der Betriebszustand für die Geräuschmessung ist der Nennbetrieb, gekennzeichnet durch die Nennfallhöhe bzw. Nennförderhöhe, den Nennwasserstrom, die Nenn-drehzahl und die Nennleistung. Andere Betriebszustände, insbesondere der üblicherweise gefahrene Betriebszustand, sind, falls erforderlich, zusätzlich zu vereinbaren und im Meßbericht anzugeben.

5.3 Aufstellung und Befestigung der Maschine

Alle Anlagenteile sind dem praktischen Betrieb entsprechend aufzustellen.

5.4 Meßverfahren, Bezugsquader, Meßfläche, Meßabstand, Meßpunkte, Meßpfade

Die Meßverfahren und die Meßpunkte sind entsprechend den einzelnen Anlagentypen und Anwendungsfällen nach Tabelle 1 festzulegen (siehe auch die Bilder 2 bis 7). Der Regelfall ist im folgenden festgelegt, Zusatzfall und Sonderfall werden im Anhang A behandelt.

Regelfall (Fall A in den Bildern):

Messungen in der Maschinenhalle oder im Freien

Im Regelfall wird diejenige Teilschalleistung erfaßt, die vom Maschinensatz (Fall A) bzw. von einem Hilfsaggregat (Fall B) in die Maschinenhalle oder ins Freie abgestrahlt wird.

In der Maschinenhalle oder im Freien um die Maschinenabdeckung wird der A-Schalleistungspegel mit Hilfe des Hüllflächen-Verfahrens nach DIN 45 635 Teil 1 bestimmt. Über die betrachtete Anlage oder den Anlagenteil wird als hypothetische Maschinenabgrenzung nach Möglichkeit eine Bezugsfläche in der einfachen Form eines Quaders gelegt (Bezugsquader), wobei einzelne herausragende Bauteile, die nicht wesentlich zur Schallabstrahlung beitragen, unberücksichtigt bleiben. Die Meßfläche folgt diesem einhüllenden Bezugsquader im Abstand von d (möglichst $d = 1$ m) und endet an schallreflektierenden Begrenzungsflächen – z. B. am Fußboden oder an Wänden – des Aufstellungsortes (siehe Bilder 3 bis 7).

Die Meßpunktanordnung wird abhängig von den Bezugsquadermaßen l_1 , l_2 und l_3 (siehe Bilder 3 bis 6) nach DIN 45 635 Teil 1/04.84, Anhang A, Abschnitt A.1, Genauigkeitsklasse 3, wie folgt festgelegt:

Jede Ebene der Meßfläche wird für sich betrachtet und so gerastert, daß möglichst wenige Rechteck-Teilflächen entstehen, die untereinander gleich groß sind und deren Seitenlängen jeweils höchstens $3d$ betragen. Für die Genauigkeitsklasse 3 wird in die Mitte jeder Teilfläche ein Meßpunkt gelegt, für die Genauigkeitsklasse 2 zusätzlich ein Meßpunkt in jede Ecke der Teilfläche (ausgenommen sind die Ecken, die in die reflektierende(n) Ebene(n) fallen (siehe Bild 1)). Auf diese Weise lassen sich die Meßpunktanordnungen der Bilder 2 bis 6 ermitteln.

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 ± 1 dB) führen wie mit der vollständigen Meßpunktanordnung.

Ein für große Maschinen instruktives Beispiel gibt Bild 2 wieder, das DIN 45 635 Teil 1/04.84, Anhang A, Abschnitt A.1, entnommen ist.

Anmerkung 1: Die Festlegung der Meßpunktanordnung für die Genauigkeitsklasse 2 (möglich für akustisch günstige Umgebungen) erfolgt in ähnlicher Weise nach DIN 45 635 Teil 1.

Anmerkung 2: Sind mehrere Maschinensätze in einer Halle installiert, wird die Geräuschemission eines Satzes möglichst gemessen, wenn die anderen außer Betrieb sind. Wenn dies nicht durchführbar ist, soll die zu messende Maschine zur Ermittlung des Fremdgeräusches außer Betrieb gesetzt werden. Das Geräusch der anderen Maschinen ist dabei als Fremdgeräusch zu behandeln.

Der A-Schalleistungspegel in dB wird nach den Abschnitten 5.5 bis 7 bestimmt.

Für Bereiche in der Maschinenhalle, in denen sich über längere Zeit Bedienungspersonal aufhält, können charakteristische Meßpunkte vereinbart werden, um damit Aussagen über die Geräuschemission der Maschine, bezogen auf bestimmte Arbeitsplätze, machen zu können. Die an diesen Punkten gemessenen, nach den Abschnitten 7.1.3 und 7.1.4 korrigierten und gegebenenfalls für einen Arbeitsbereich energetisch gemittelten A-Schalldruckpegel werden arbeitsplatzbezogene Emissionswerte genannt (siehe Beiblatt 2 zu DIN 45 635) und sind keine Beurteilungspegel nach DIN 45 645 Teil 1.

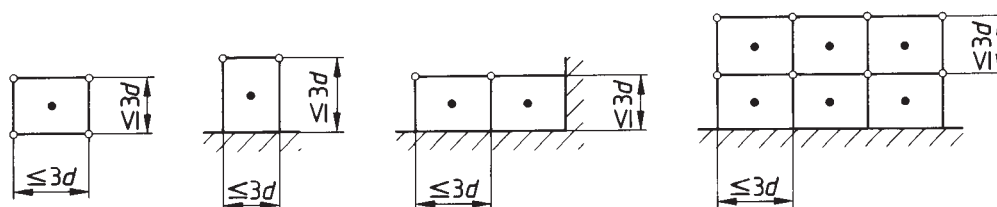
5.5 Meßumgebung

Nach DIN 45 635 Teil 1.

Der Meßraum sollte nach Möglichkeit einen Bauzustand erreicht haben, der ihn für die akustischen Messungen nach Abschnitt 5.4 geeignet macht; so sollte vorgesehenes Absorptionsmaterial bereits an den Wänden angebracht worden sein.

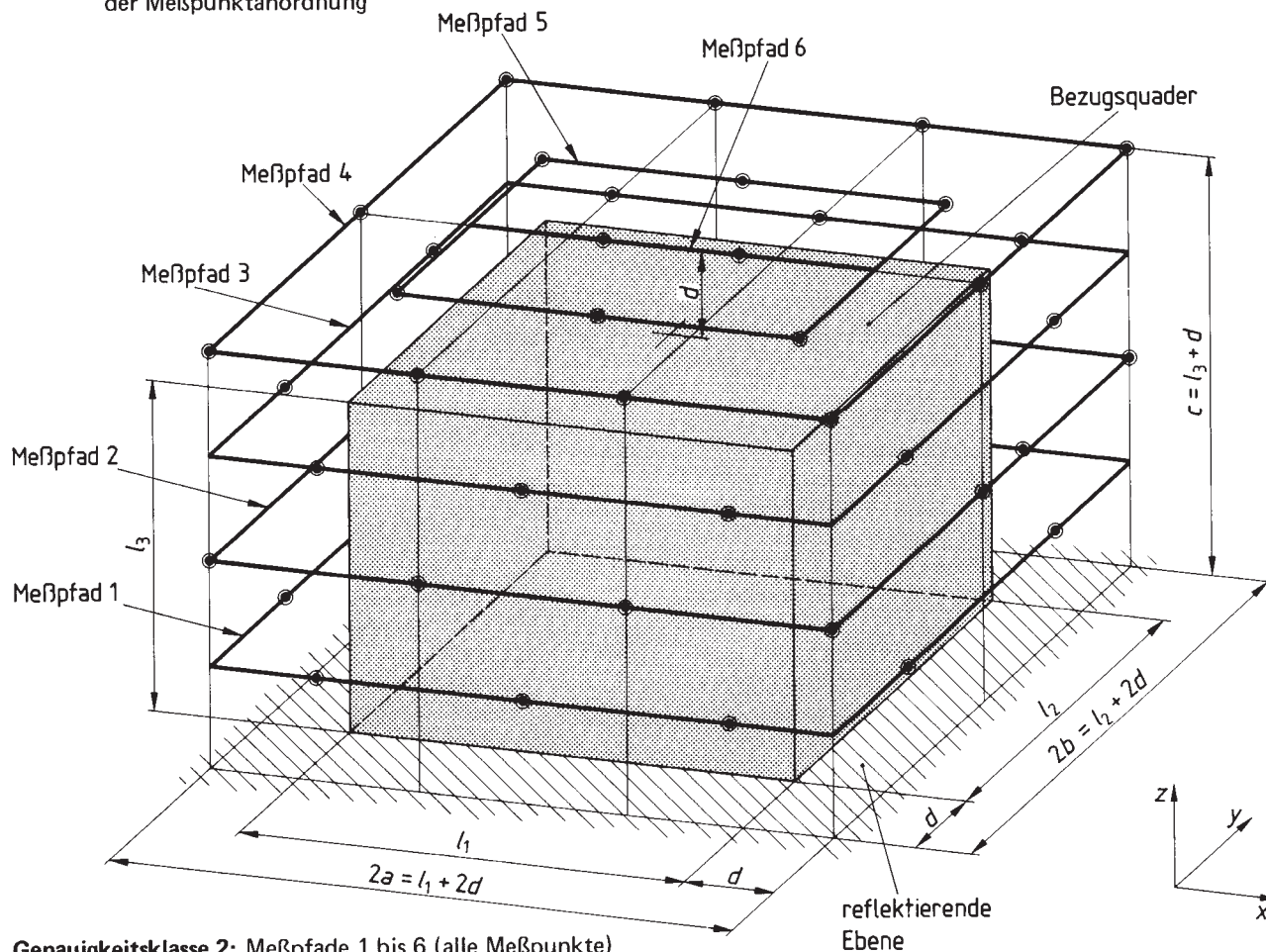
Die A-Umgebungskorrektur K_{2A} darf 7 dB bei Genauigkeitsklasse 3 und 2 dB bei Genauigkeitsklasse 2 nicht überschreiten.

Anmerkung: Durch Hinzufügen von Absorptionsmaterial an Wänden und/oder Decken ist es möglich, die A-Umgebungskorrektur K_{2A} auf Werte, die kleiner oder gleich 7 dB sind, zu verringern.



- Meßpunkte für Genauigkeitsklasse 3
- Meßpunkte für Genauigkeitsklasse 2

Bild 1. Prinzipskizzen zur Ermittlung der Meßpunktanordnung



Genauigkeitsklasse 2: Meßpfade 1 bis 6 (alle Meßpunkte)

Genauigkeitsklasse 3: Meßpfade 1, 3 und 5 mit ihren Meßpunkten

Meßflächeninhalt: $S = 4(ab + ac + bc)$

Meßpunkte ●

Bild 2. Beispiel für Quader-Meßfläche (bei einer reflektierenden Ebene), Meßpunkte und Meßpfade bei großen Maschinen ($4d < l_1 \leq 7d$; $d < l_2 \leq 4d$; $2d < l_3 \leq 5d$)

6 Durchführung der Messung

6.1 Messen des A-Schalldruckpegels

Nach DIN 45 635 Teil 1/04.84, Abschnitt 6.1.1 (Messung des Schalldruckpegels auf der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung S oder F und Ermittlung des Mittelungspegels), gegebenenfalls Zusatzmessungen bei impulsartigen Geräuschen nach DIN 45 635 Teil 1/04.84, Abschnitt 6.1.2.

6.2 Messen des Schalldruckspektrums

Werden Spektren bestimmt, so ist nach DIN 45 635 Teil 1 vorzugehen. Dabei sind als Meßpunkte ein für jede Maschinenart gleichmäßig verabreiteter Punkt und/oder der Meßpunkt am Arbeitsplatz vorzuziehen.

6.3 Messen des Fremdgeräuschpegels

Nach DIN 45 635 Teil 1.

6.4 Ermittlung des Meßflächeninhaltes S und des Meßflächenmaßes L_s

Der Meßflächeninhalt S ergibt sich aus den Bildern 3 bis 6.

Das Meßflächenmaß ergibt sich daraus zu

$$L_S = 10 \lg \frac{S}{S_0} \text{ dB} \quad (1)$$

Die Bezugsfläche beträgt $S_0 = 1 \text{ m}^2$.