

Geräuschmessung an Maschinen

Luftschallemission, Hüllflächen-, Hallraum- und Kanal-Verfahren

Ventilatoren

DIN
45 635
Teil 38

Measurement of airborne noise emitted by machines; enveloping surface method, reverberation room method and in-duct method; fans

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1	6 Durchführung der Messung	6
2 Bezeichnung	2	7 Auswertung	6
3 Begriffe, Größen	2	8 Präzision des Verfahrens und Unsicherheit der Meßergebnisse	6
4 Meßgeräte	2	9 Meßbericht	6
5 Meßgegenstand und Meßbedingungen	2	10 Ergebnisbericht	6
5.1 Meßgegenstand	2	Anhang A Geräuschmessung an Kleinventilatoren, die zur Kühlung elektrischer Geräte verwendet werden	7
5.2 Betriebszustand des Ventilators	3	Zitierte Normen und andere Unterlagen	10
5.3 Aufstellung des Ventilators	3		
5.4 Meßpunktanordnung	3		
5.5 Meßumgebung	6		

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm schafft mit DIN 45 635 Teil 1, Teil 2 und Teil 9 *) die Voraussetzung dafür, daß die von einem Ventilator abgestrahlten Geräusche (Kenngröße: Schalleistungspegel) nach einheitlichen Verfahren ermittelt werden, so daß die Ergebnisse vergleichbar sind (Erläuterungen zu den Geräuschemissions-Kenngrößen siehe Beiblatt 2 zu DIN 45 635). Diese Norm gilt vorzugsweise für Prüfstandmessungen.

Die folgenden Schalleistungspegel und Verfahren zu ihrer Bestimmung sind zu unterscheiden:

- Ventilator-Gesamtschalleistungspegel L_{W1}**
Interessiert die insgesamt (über Ansaug- und Ausblasöffnungen und über das Gehäuse) in die freie Umgebung abgestrahlte Schalleistung, ist das Hüllflächen-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 1 anzuwenden. Alternativ kann das Hallraum-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 2 angewendet werden, falls das Volumen des Ventilators kleiner als 1 % des Hallraumvolumens ist.
- Gehäuse-Schalleistungspegel L_{W2}**
Interessiert die lediglich vom Gehäuse an die Umgebung abgestrahlte Schalleistung, ist das Hüllflächen-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 1 anzuwenden. Alternativ kann das Hallraum-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 2 angewendet werden, falls das Ventilatorvolumen kleiner als 1 % des Hallraumvolumens ist.
- Ansaug- oder Ausblas-Kanalschalleistungspegel L_{W3} oder L_{W4}**
Interessiert die vom Ventilator in angeschlossene Kanäle abgestrahlte Schalleistung, dann ist das Kanal-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 9 *) anzuwenden, das für Meßkanäle von 0,15 bis 2 m Durchmesser gültig ist. Bei Ventilatoren mit Ansaug- bzw. Ausblasquerschnittsflächen von mindestens 2 m² (dies entspricht einer Kreisfläche mit einem Durchmesser von 1,6 m) ist alternativ das Hüllflächen-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 1 anwendbar, wobei davon ausgegangen wird, daß die in die freie Umgebung abgestrahlte Schalleistung (siehe d)) gleich der in einen angeschlossenen Kanal abgestrahlten Kanal-Schalleistung ist ($L_{W3} \approx L_{W5}$ bzw. $L_{W4} \approx L_{W6}$).

- Freiansaug- oder Freiausblas-Schalleistungspegel L_{W5} oder L_{W6}**
Interessiert die von den Ansaug- oder Ausblasöffnungen in die freie Umgebung abgestrahlte Schalleistung, ist das Hüllflächen-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 1 oder das Hallraum-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 2 anwendbar. Bei Anwendung des Hallraum-Verfahrens ist der Hallraum mit der vorhandenen Öffnung zu qualifizieren (Raumeignungsprüfungen siehe DIN 45 635 Teil 2). Falls die Querschnittsfläche der Öffnung mindestens 2 m² beträgt, ist alternativ das Kanal-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 9 *) anwendbar (Begründung siehe c)). Messungen nach dem Hüllflächen-Verfahren können sowohl als Laborversuche als auch an installierten Ventilatoren (Feldmessung) durchgeführt werden, sofern die Meßbedingungen den in Abschnitt 5 beschriebenen Anforderungen genügen.
- Gehäuse- und Freiansaug-Schalleistungspegel L_{W7}**
Interessiert die vom Gehäuse und von der Ansaugöffnung in die freie Umgebung abgestrahlte Schalleistung, ist das Hüllflächen-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 1 anzuwenden. Alternativ kann das Hallraum-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 2 angewendet werden, wenn das Ventilatorvolumen kleiner als 1 % des Hallraumvolumens ist.
- Gehäuse- und Freiausblas-Schalleistungspegel L_{W8}**
Interessiert die vom Gehäuse und von der Ausblasöffnung in die freie Umgebung abgestrahlte Schalleistung, ist das Hüllflächen-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 1 anzuwenden. Alternativ kann das Hallraum-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 2 angewendet werden, wenn das Ventilatorvolumen kleiner als 1 % des Hallraumvolumens ist.

Diese Norm ist anwendbar auf Ventilatoren, die als Arbeitsmaschinen zur Förderung gasförmiger Medien (einschließlich der mit Feststoff- oder Flüssigkeitsteilchen beladenen) dienen, z. B.

Axialventilatoren,
Radialventilatoren,
Querstromventilatoren,
Halbaxialventilatoren.

*) Z. Z. Entwurf

Fortsetzung Seite 2 bis 10

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

Diese Norm kann gegebenenfalls sinngemäß benutzt werden für Maschinen, die im wesentlichen der Förderung gasförmiger Medien mit Hilfe von Ventilatoren dienen. Sie gilt nicht für Maschinenarten mit der wesentlichen Baukomponente Ventilator, die schon in einem anderen maschinen-spezifischen Folgeteil behandelt werden (siehe Beiblatt 3 zu DIN 45 635).

Das Meßverfahren dieser Norm wird aufgrund der Präzision des Rahmenverfahrens (Vergleichstandardabweichung σ_R^* , Begriffe siehe DIN 45 635 Teil 1) und aufgrund der Streuungen, die besonders durch ungenau reproduzierbare Betriebsbedingungen bedingt sind (Standardabweichung σ_B), in die Genauigkeitsklasse 2 eingestuft. Die Einstufung ist unabhängig davon, welches Rahmenverfahren der Messung zugrunde liegt (Hüllflächen-Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 nach DIN 45 635 Teil 1, Hallraum-Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 nach DIN 45 635 Teil 2 oder Kanal-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 9*). Die Einstufung in die Genauigkeitsklasse 3 ist beim Hüllflächen-Verfahren möglich und muß dann erfolgen, wenn die Umgebungskorrektur K_2 den Wert 2 dB übersteigt (jedoch kleiner als 7 dB bleibt) und/oder die Fremdgeräuschkorrektur K_1 den Wert 1,3 dB übersteigt, jedoch kleiner als 3 dB bleibt (siehe Abschnitt 5.5). Alle anderen Meßbedingungen (z. B. Meßpunktanordnung) bleiben dabei unverändert.

2 Bezeichnung

Die Bezeichnung enthält die Benennung Geräuschmessung, die Norm-Hauptnummer, die Zählnummer der vorliegenden Norm, die Zählnummer des Teiles der angewandten Rahmen-norm DIN 45 635 Teil 1, Teil 2 oder Teil 9*), die benutzte Genauigkeitsklasse 2 oder 3 und den Hinweis auf den ermittelten Schalleistungspegel L_{W1} (LW 1), L_{W2} (LW 2), L_{W3} (LW 3), L_{W4} (LW 4), L_{W5} (LW 5), L_{W6} (LW 6), L_{W7} (LW 7), oder L_{W8} (LW 8).

Bezeichnung des Verfahrens der Geräuschmessung an Ventilatoren nach dieser Norm (38) mit dem Hüllflächen-Verfahren nach DIN 45 635 Teil 1 (01) der Genauigkeitsklasse 2 (KL 2) bei Ermittlung des Freiausblas-Schalleistungspegels L_{W6} (LW 6):

Geräuschmessung DIN 45 635 – 38 – 01 – KL 2 – LW 6

3 Begriffe, Größen

Je nach angewandtem Rahmenverfahren nach DIN 45 635 Teil 1, Teil 2 oder Teil 9*).

4 Meßgeräte

Je nach angewandtem Rahmenverfahren nach DIN 45 635 Teil 1 für Genauigkeitsklasse 2, DIN 45 635 Teil 2 oder Teil 9*).

5 Meßgegenstand und Meßbedingungen

5.1 Meßgegenstand

- Für die Ermittlung des Ventilator-Gesamtschalleistungspegels L_{W1} gilt der gesamte freiansaugende und freiausblasende Ventilator einschließlich Gehäuse als Meßgegenstand. Eine Veränderung des Arbeitspunktes ist hier nur möglich, wenn eine Einrichtung zur Veränderung des Arbeitspunktes als zum Ventilator gehörig angesehen wird (siehe auch Anhang A).
- Für die Ermittlung des Gehäuse-Schalleistungspegels L_{W2} ist es nötig, daß die von den Ansaug- und Ausblasöffnungen abgestrahlten Geräuschanteile über Kanäle mit genügend schalldämmenden Wänden vom Meßort fortgeleitet werden. Um eine definierte akustische Belastung sicherzustellen, dürfen keine Reflexionen durch Kanaleinbauten, Umleitungen oder ähnliches auftreten. Gerade Kanäle mit Querschnittsflächen von mindestens 2 m^2 sind auch ohne spezielle Maßnahmen als

reflexionsarm anzusehen. Kanäle mit Querschnittsflächen kleiner als 2 m^2 oder größere Kanäle mit Einbauten sind dagegen mit reflexionsarmen Kanalabschlüssen zu versehen, die den in Tabelle 1 festgelegten Anforderungen genügen müssen.**) Die von den angeschlossenen Rohrleitungen abgestrahlten Geräusche werden als Fremdgeräusche betrachtet (siehe Abschnitt 6).

Tabelle 1. **Höchstwerte des Reflexionsfaktors r der reflexionsarmen Kanalabschlüsse für die Anschlußkanäle nach Abschnitt 5.1 b) bis f)**

f Hz	50	63	80	100	125	≥ 160
r	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0,2

- Für die Ermittlung der Ansaug- oder Ausblas-Kanalschalleistungspegel L_{W3} oder L_{W4} werden die vom Gehäuse, von Kanalwänden oder durch Öffnungen abgestrahlten Geräusche ebenfalls als Fremdgeräusche angesehen (siehe Abschnitt 6), die gegebenenfalls durch zusätzliche Schallisolierung gesenkt oder durch reflexionsarm endende Kanäle vom Meßort fortgeleitet werden. Zur Gestaltung dieser Kanäle siehe b) und Tabelle 1.
- Für die Ermittlung der Freiansaug- oder Freiausblas-Schalleistungspegel L_{W5} oder L_{W6} ist es nötig, daß die von den übrigen nicht betrachteten Ventilatoröffnungen abgestrahlten Geräusche über Kanäle mit genügend schalldämmenden Wänden vom Meßort fortgeleitet werden; auch hier müssen die Kanäle reflexionsarm enden, um eine definierte akustische Belastung sicherzustellen. Zur Gestaltung dieser Kanäle siehe b) und Tabelle 1. Nötigenfalls ist das Gehäusegeräusch durch zusätzliche Schallisolierung zu senken. Die vom Gehäuse und den Kanalwänden abgestrahlten Geräusche werden als Fremdgeräusche angesehen (siehe Abschnitt 6).
- Für die Ermittlung des Gehäuse- und Freiansaug-Schalleistungspegels L_{W7} ist es nötig, daß der von der Ausblasöffnung abgestrahlte Geräuschanteil über einen Kanal mit genügend schalldämmenden Wänden vom Meßort fortgeleitet wird. Zur Gestaltung dieses Kanals siehe b) und Tabelle 1. Das von dem angeschlossenen Kanal abgestrahlte Geräusch wird als Fremdgeräusch betrachtet (siehe Abschnitt 6).
- Für die Ermittlung des Gehäuse- und Freiausblas-Schalleistungspegels L_{W8} ist es nötig, daß der von der Ansaugöffnung abgestrahlte Geräuschanteil über einen Kanal mit genügend schalldämmenden Wänden vom Meßort fortgeleitet wird. Zur Gestaltung dieses Kanals siehe b) und Tabelle 1. Das von dem angeschlossenen Kanal abgestrahlte Geräusch wird als Fremdgeräusch betrachtet (siehe Abschnitt 6).

In allen Fällen ist genau anzugeben, welche Zubehörteile (z. B. Drosseleinrichtungen, Ansaugkästen, Schutzgitter, Kompensatoren, Kühler, Befeuchter, Schalldämpfer, Ölversorgungsanlage, Regenhauben) zu dem zu untersuchenden Ventilator gehören und ob Antriebsmaschine, Getriebe bzw. andere Anlagenteile in die Messung einzubeziehen sind.

Für Ventilatoren mit räumlich getrennten Anlagenteilen (z. B. Ölversorgungsanlage) ist das Geräusch der einzelnen Anlagenteile getrennt zu messen. Eine räumlich getrennte Aufstellung liegt dann vor, wenn sich für die Teile der Anlage keine gemeinsame Meßfläche festlegen läßt.

*) Z. Z. Entwurf

**) Hinweise für den Aufbau eines geeigneten reflexionsarmen Kanalabschlusses und zu seiner Prüfung siehe DIN 45 635 Teil 9 (z. Z. Entwurf)

5.2 Betriebszustand des Ventilators

Die Geräuschmessungen am Ventilator mit Luftführung in Leitungen oder mit Luftumwälzung werden bei Betriebspunkten durchgeführt, die hinsichtlich Drehzahl, Volumenstrom, spezifischer Förderarbeit und Dichte des Arbeitsmediums festgelegt sind.

Bei in Serie hergestellten Ventilatoren, die immer bei derselben Nenndrehzahl betrieben werden, werden die Schallmessungen beim Betriebspunkt des optimalen aerodynamischen Wirkungsgrades durchgeführt. Dieser Betriebszustand wird als Hauptbetriebszustand dieser Klasse von Ventilatoren bezeichnet.

Bei Ventilatoren, die stets bei derselben Nenndrehzahl und demselben Drosselzustand betrieben werden, z. B. bei Tisch-, Ständer- oder Deckenventilatoren, wird dieser Betriebszustand als Hauptbetriebszustand dieser Klasse von Ventilatoren bezeichnet.

Bei Tisch-, Ständer- oder Deckenventilatoren mit Luftumwälzung und variabler Drehzahl wird die Geräuschmessung bei der größten Drehzahl durchgeführt (Hauptbetriebszustand).

Soll bei allen sonstigen Ventilatoren, d. h. solchen, bei denen kein Hauptbetriebszustand festliegt, die Messung nur bei einem Betriebspunkt durchgeführt werden, soll für Vergleichszwecke der Betriebspunkt des optimalen aerodynamischen Wirkungsgrades bei der gewählten und anzugebenden Drehzahl zugrunde gelegt werden, sonst der vereinbarte Betriebspunkt.

Je nach Bauweise und Betriebsart können andere Geräusche entstehen, z. B. beim Anfahren, bei Leerlauf, Teillast, Vollast, beim Durchfahren eines Zyklusses usw. oder bei der Förderung von Feststoff- oder Flüssigkeitsteilchen. Die Geräuschmessungen bei derartigen Betriebszuständen sind gegebenenfalls zusätzlich zu vereinbaren und im Meßbericht anzugeben. Beispielsweise kann neben dem optimalen Betriebspunkt oder dem Betriebspunkt für bestimmungsgemäße Verwendung derjenige Betriebspunkt beim Durchfahren der Kennlinie benutzt werden, der mit maximaler Geräuschemission verbunden ist. Während der Messungen ist der festgelegte Betriebszustand einzuhalten.

Bei Kleinventilatoren, die vorwiegend zur Kühlung in elektronischen Geräten eingesetzt werden, dient der Einstellung des Betriebszustandes eine Anordnung nach Anhang A.

5.3 Aufstellung des Ventilators

Die Zu- und Abströmbedingungen des Ventilators bei der Geräuschmessung sollen den Bedingungen bei der Messung der aerodynamischen Kennlinie nach DIN 24 163 Teil 1 bis Teil 3 gleichen, soweit sie nicht bei Anwendung des Kanal-Verfahrens durch den Meß- und Abschlußkanal bereits festgelegt sind. Bei Anwendung des Hallraum-, Hüllflächen- und gegebenenfalls auch Kanal-Verfahrens sind bei freiem Ansaugen oder Ausblasen des Ventilators insbesondere die in DIN 24 163 Teil 2 und Teil 3 festgelegten störungsfreien Ansaug- und Ausblaszonen einzuhalten. Diese Bedingungen sind bei serienmäßig hergestellten Ventilatoren immer zu erfüllen. Ist dies bei einzelnen oder in kleinen Stückzahlen gefertigten Maschinen oder bei sehr großen Ausführungen nicht möglich, dann soll der Ventilator dem praktischen Betrieb entsprechend aufgestellt werden, falls die Messung nicht am Einsatzort selbst durchgeführt wird. Dies gilt insbesondere für die Zu- und Abströmbedingungen und die Art der Drosselung. Sind die betriebsmäßige Aufstellung und Verwendung nicht bekannt oder bestehen hierfür verschiedene Möglichkeiten, dann sind besondere Festlegungen zu treffen, die im Meßbericht anzugeben sind.

Erfolgt die Ermittlung des Freiansaug- oder Freiausblas-Schalleistungspegels mit Hilfe des Hallraum-Verfahrens, wird der Ventilator nach Möglichkeit außerhalb des Hallraums so angebracht, daß lediglich die betreffende Ventilatoröffnung durch eine Wandöffnung und mit dieser abgedichtet in den Hallraum weist.

Kleinventilatoren, die vorwiegend zur Kühlung in elektronischen Geräten eingesetzt werden, werden entsprechend Anhang A aufgestellt.

5.4 Meßpunktanordnung

Nach DIN 45 635 Teil 2 bei Anwendung des Hallraum-Verfahrens.

Nach DIN 45 635 Teil 9*) bei Anwendung des Kanal-Verfahrens.

Bei Anwendung des Hüllflächen-Verfahrens nach DIN 45 635 Teil 1 wird wie folgt vorgegangen:

Über den Ventilator wird als hypothetische Maschinenabgrenzung eine Bezugsfläche in der Form eines Quaders gelegt, wobei einzelne herausragende Bauteile, die nicht wesentlich zur Schallabstrahlung beitragen, unberücksichtigt bleiben.

Bei der Ermittlung des Freiansaug- oder Freiausblas-Schalleistungspegels L_{W5} oder L_{W6} wird als Bezugsfläche ein Quader so gewählt, daß er einen Teil des Raumes an der Öffnung, bei Ausblasöffnungen einen Teil des Strahles, mit-erfaßt und sich gegebenenfalls bis an die reflektierende(n) Ebene(n) erstreckt. Die Maße des Bezugsquaders sind abhängig vom Durchmesser D der Öffnung und der Höhe h der Öffnung über dem reflektierenden Boden (siehe Bild 1).

Die Meßpunkte liegen auf der Meßfläche, die den Meßgegenstand bzw. den Bezugsquader im Meßabstand d umschließt und an schallreflektierenden Begrenzungsflächen des Aufstellungsortes (z. B. Boden) oder des Ventilators endet.

Die Meßfläche hat vorzugsweise die Form eines Quaders.¹⁾

Die Quader-Meßfläche und Meßpunktanordnung werden wie folgt festgelegt:

- a) Zur Ermittlung des Ventilator-Gesamtschalleistungspegels L_{W1} (Geräuschabstrahlung des freiansaugenden und freiausblasenden Ventilators einschließlich Gehäuseabstrahlung), für die Ermittlung des Gehäuse- und Freiansaug-Schalleistungspegels L_{W7} und für die Ermittlung des Gehäuse- und Freiausblas-Schalleistungspegels L_{W8} werden die Quader-Meßfläche und die Anordnung der Meßpunkte nach DIN 45 635 Teil 1/04.84, Abschnitt 5.4.3 und Anhang A, Bilder A.1 bis A.5, für die Genauigkeitsklasse 2 benutzt. Dabei wird der Meßabstand $d = 1$ m benutzt außer, wenn das größte Maß D von Ansaug- oder Ausblasöffnung (siehe Bild 1) größer ist als 1 m; in diesem Fall ist der Meßabstand $d = D$ zu benutzen (siehe Anmerkung zu c)). In der Nähe von Ausblasöffnungen sind die Meßpunkte so zu legen, daß das Mikrofon nicht vom Luftstrom getroffen wird (analog zu Bild 1 für die Fälle mit Ausblasöffnungen). Die Verwendung eines Schaumstoffwindschirms wird zusätzlich empfohlen.
- b) Zur Ermittlung des Gehäuse-Schalleistungspegels L_{W2} werden ebenfalls die Quader-Meßfläche und die Anordnung der Meßpunkte nach DIN 45 635 Teil 1/04.84, Abschnitt 5.4.3 und Anhang A, Bilder A.1 bis A.5 für die Genauigkeitsklasse 2, benutzt. Dabei wird vorzugsweise der Meßabstand $d = 1$ m benutzt; kleinere Meßabstände bis herunter zu 0,25 m sind zulässig, wobei sich die Anzahl der Meßpunkte erhöht.

*) Z. Z. Entwurf

- 1) Bei Vorhandensein nur einer reflektierenden Ebene (z. B. im Freien), auf der der Ventilator aufgestellt bzw. an der er angebracht ist oder in der sich die Ansaug- oder Ausblasöffnung befindet, kann eine Halbkugel-Meßfläche nach DIN 45 635 Teil 1/04.84, Abschnitt 5.4.4 und Anhang A, Bild A.6 (Genauigkeitsklasse 2), alternativ verwendet werden (z. B. bei Tischventilatoren, Deckenventilatoren), insbesondere dann, wenn die Richtwirkung des Ventilators mit anzugeben ist (siehe DIN 45 635 Teil 1/04.84, Anhang C) und wenn die Windgeschwindigkeit am Mikrofon 5 m/s nicht übersteigt.