

## Geräuschmessung an Maschinen

Luftschallemission, Hüllflächen-Verfahren  
Turbomaschinensätze in Wärmekraftanlagen zur Stromerzeugung

DIN

45 635

Teil 15

Measurement of airborne noise emitted by machines; enveloping surface method;  
turbomachine sets in thermal power stations

## Inhalt

|                                                                       | Seite |                                                                                 | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 Anwendungsbereich und Zweck .....                                   | 1     | 6.3 Messen des Fremdgeräuschpegels .....                                        | 3     |
| 2 Bezeichnung .....                                                   | 1     | 6.4 Ermittlung des Meßflächeninhalts $S$<br>und des Meßflächenmaßes $L_S$ ..... | 3     |
| 3 Begriffe, Größen .....                                              | 1     | 7 Auswertung .....                                                              | 3     |
| 4 Meßgeräte .....                                                     | 1     | 7.1 Berechnen des Meßflächen-<br>Schalldruckpegels $\bar{L}_p$ .....            | 3     |
| 5 Meßgegenstand und Meßbedingungen .....                              | 1     | 7.2 Berechnen des Schalleistungspegels .....                                    | 4     |
| 5.1 Meßgegenstand .....                                               | 1     | 8 Präzision des Verfahrens<br>und Unsicherheit der Meßergebnisse .....          | 4     |
| 5.2 Betriebszustand des Maschinensatzes .....                         | 2     | 8.1 Präzision des Verfahrens .....                                              | 4     |
| 5.3 Aufstellung des Maschinensatzes .....                             | 2     | 8.2 Unsicherheit der Meßergebnisse .....                                        | 4     |
| 5.4 Bezugsquader, Meßfläche,<br>Meßabstand, Meßpunkte, Meßpfade ..... | 2     | 9 Meßbericht (Meßprotokoll) .....                                               | 4     |
| 5.5 Meßumgebung .....                                                 | 3     | 10 Ergebnisbericht .....                                                        | 6     |
| 6 Durchführung der Messung .....                                      | 3     | Zitierte Normen .....                                                           | 6     |
| 6.1 Messen des A-Schalldruckpegels .....                              | 3     |                                                                                 |       |
| 6.2 Messen des Schalldruckspektrums .....                             | 3     |                                                                                 |       |

## 1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt für ortsfeste Turbomaschinensätze in Wärmekraftanlagen zur Stromerzeugung mit Dampf-, Gas- und Entspannungsturbinen einschließlich der angetriebenen Maschinen (z. B. Generatoren, Turbo-Verdichter, Kesselspeisewasserpumpen, Gebläse und eventuell zwischengeschaltete Getriebe), in dieser Norm „Maschinensätze“ genannt.

Anmerkung: Die Messung des Ansaug- und Abgasgeräusches von Gasturbinen erfolgt nach einem anderen in Vorbereitung befindlichen Folgeteil dieser Normenreihe.

Diese Norm schafft gemeinsam mit DIN 45 635 Teil 1/04.84 die Voraussetzungen dafür, daß von Maschinensätzen in Wärmekraftanlagen zur Stromerzeugung an die umgebende Luft abgestrahlte Geräusche (Geräuschemission) nach einheitlichen Verfahren ermittelt werden.

## 2 Bezeichnung

Das Verfahren wird in Zusammenhang mit der erreichten Genauigkeitsklasse bezeichnet. Die Bezeichnung enthält die Benennung „Geräuschmessung“, die DIN-Nummer und die erreichte Genauigkeitsklasse. Beispiel für die Genauigkeitsklasse 2:

## Geräuschmessung DIN 45 635 – 15 – KL 2

Das Meßverfahren dieser Norm wird in die Genauigkeitsklasse 2 eingestuft, wenn die Fremdgeräuschkorrektur  $K_1$  den Wert 1,3 dB und die Umgebungskorrektur  $K_2$  den Wert 2 dB nicht übersteigen (siehe Abschnitt 6.3, 7.1.3 und 7.1.4). Die Einstufung erfolgt in die Genauigkeitsklasse 3 bei größeren Werten von  $K_1$  bis zu 3 dB und/oder von  $K_2$  bis zu 7 dB. Angestrebt wird nach dieser Norm, die Genauigkeitsklasse 2 zu erreichen.

## 3 Begriffe, Größen

Nach DIN 45 635 Teil 1

## 4 Meßgeräte

Die verwendeten Meßgeräte müssen den in DIN 45 635 Teil 1/04.84, Tabelle 1, für Genauigkeitsklasse 2 angegebenen Anforderungen (DIN IEC 651/12.81, Klasse 1) genügen.

Anmerkung: Im Hinblick auf die angestrebte Genauigkeitsklasse 2 sind Geräte nach DIN IEC 651/12.81, Klasse 1, zu verwenden, auch wenn zu erwarten ist, daß nur die Genauigkeitsklasse 3 erreicht wird.

## 5 Meßgegenstand und Meßbedingungen

## 5.1 Meßgegenstand

Es ist genau festzulegen, welche Anlagenteile in den Umfang der Untersuchung einbezogen werden.

Bei Turbosätzen sind dies die Turbine (bei Gasturbosätzen einschließlich Brennluftverdichter und Brennkammern), der Generator oder andersartig angetriebene Maschinen und, wenn vorhanden, Getriebe und angekuppelter Erregersatz. Andersartige Maschinensätze, z. B. Pumpensätze oder Gebläsesätze mit Elektromotor als Antriebsmaschine, sind sinngemäß zu behandeln.

Meistens lassen sich Maschinensätze in Wärmekraftanlagen nur im Zusammenhang mit der ganzen Anlage betreiben. Dann gehören üblicherweise die zum Betrieb notwendigen angebauten Hilfsgeräte zum Meßgegenstand, nicht jedoch die angeschlossenen Rohrleitungen und Armaturen. Diese sind als Fremdgeräuschquellen anzusehen. Ebenso gelten nicht angebaute Hilfseinrichtungen für einen Turbosatz (z. B. daneben aufgestellte Kesselspeisepumpensätze, Versorgungseinrichtungen für Lageröl- und Steuerflüssigkeiten, Dichtölgeräte) als Fremdgeräuschquellen. Bezüglich ihrer Schallabstrahlung sind diese Aggregate getrennt zu behandeln.

Fortsetzung Seite 2 bis 6

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

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

Anmerkung 1: Die Schallabstrahlung einer einzelnen Komponente eines Maschinensatzes kann nur bestimmt werden, wenn die Geräusche anderer Baugruppen nicht als Fremdgeräusche überwiegen. Das durch Körperschallabstrahlung erzeugte Maschinengeräusch und/oder das Fremdgeräusch kann unter gewissen Voraussetzungen durch Messung des Schnellepegels überschlägig ermittelt werden (siehe auch DIN 45 635 Teil 8).

Anmerkung 2: Geräusche, die z. B. in Turbomaschinen und an Drosselstellen entstehen, werden als Körperschall und/oder mit dem jeweiligen Medium (Flüssigkeit, Gas, Dampf) in angeschlossene Anlagenteile und Rohrleitungen übertragen. Auch der dadurch von diesen Komponenten abgestrahlte Luftschall ist im Sinne dieser Norm als Fremdgeräusch zu behandeln.

## 5.2 Betriebszustand des Maschinensatzes

Die Geräuschmessungen sind im Dauerbetrieb des Maschinensatzes (Beharrungszustand) mit den Nennwerten für Leistung, Drehzahl, Temperaturen, Drücke usw. durchzuführen.

Anmerkung: Beim Anfahren und Abstellen von Maschinensätzen können für kurze Zeit stärkere Geräusche als bei Normalbetrieb auftreten, die von Hilfseinrichtungen, z. B. bei Dampfturbinen von Umleitstationen, bei Gasturbinen von Anfahrinrichtungen (Dieselmotoren, Umformersätze) erzeugt und zum Teil auch von Anlagenteilen des Maschinensatzes abgestrahlt werden. Auf derartige Geräusche ist diese Norm nicht anwendbar.

## 5.3 Aufstellung des Maschinensatzes

Die Messungen werden im Normalfall am endgültigen Einsatzort am fertig montierten und mit allen zugehörigen Isolierungen und Verkleidungen versehenen Maschinensatz durchgeführt.

Anmerkung: Ergebnisse aus Schallmessungen im Prüffeld, soweit dort Probelaufe überhaupt durchgeführt werden können, sind nur dann verwertbar, wenn sie nicht durch zusätzliche, unvermeidbare Schallabstrahlung von Aufbauelementen, Antriebs-, Belastungs- und sonstigen Prüffeldeinrichtungen beeinflusst werden. Deshalb können auch am endgültigen Aufstellungsort Schallmessungen nicht gleichzeitig mit Messungen zur Kontrolle der Leistung und des Wirkungsgrades erfolgen, wenn dafür zusätzliche Meßeinrichtungen (z. B. Thermoelemente, Druckmeßumformer) installiert und/oder Teile der Wärme-/Schallisolierung abgebaut sind.

## 5.4 Bezugsquader, Meßfläche, Meßabstand, Meßpunkte, Meßpfade

Der Bezugsquader reicht nach DIN 45 635 Teil 1/04.84, Anhang A, Bild A.5, bis an die reflektierende(n) Ebene(n) heran, auch wenn der Maschinensatz, ganz oder teilweise, nicht an die reflektierende(n) Ebene(n) reicht oder ein Teil der schallabstrahlenden Oberfläche des Maschinensatzes durch die reflektierende Ebene hindurchragt.

Bei Maschinensätzen mit unterschiedlicher Breite und/oder Höhe der verschiedenen Komponenten wird eine aus mehreren Teilquadern zusammengesetzte Bezugsfläche benutzt (Beispiele siehe Bild 1).

### 5.4.1 Meßflächenform

Die Meßfläche besteht aus Teilen der Oberfläche eines Quaders oder mehrerer aneinandergereihter Quader.

### 5.4.2 Meßabstand

Der Meßabstand  $d$  beträgt 1 m.

## 5.4.3 Anordnung der Meßpunkte auf der Quader-Meßfläche

**5.4.3.1 Grundanordnung der Meßpunkte und Meßpfade**  
Die Meßpunkte und Meßpfade sind in Abhängigkeit von der Anordnung des Maschinensatzes und der Größe des Bezugsquaders (der Teilbezugsquader) festzulegen.

Beispiele für die Grundanordnung der Meßpunkte und Meßpfade enthält Bild 1. Bei der Festlegung der Meßpunkte ist von den fünf „Schlüsselpositionen“ auszugehen, die im Bild 1 durch Kreuze gekennzeichnet sind. Weitere Meßpunkte sind in gleichen Abständen zu diesen und voneinander so anzuordnen, daß auf jedem Meßpfad wenigstens ein Meßpunkt für jedes Teilaggregat des Maschinensatzes liegt.

Die Höhe des horizontalen Bezugspfades über der reflektierenden Ebene ist bei Höhen der Bezugsquader bis zu 2 m gleich der Hälfte der Höhe  $h$  des höchsten Teil-Bezugsquaders (siehe Bild 1), bei größeren Höhen der Bezugsquader 1,5 m.

Anmerkung 1: In einigen Fällen können noch andere Meßpunkte erforderlich sein. So sind z. B. für Gasturbosätze mit Flugtriebwerken als Gaserzeuger je nach Anordnung der Gaserzeuger besondere Meßpunkte für diese zu vereinbaren.

Anmerkung 2: Meistens sind Turbosätze und oft auch andere Maschinensätze in Wärmekraftanlagen auf Fundamenttischplatten mit hohen Stützen aufgestellt. Dann strahlen Teile der Maschinenoberfläche auch in den Raum unterhalb des „Maschinenflurs“ Geräusche ab. In diesem Raum wird der Schalldruckpegel durch die Schallabstrahlung von Einrichtungen bestimmt, die nicht zum betreffenden Maschinensatz gehören. Wegen dieses hohen Fremdgeräusches, dessen Pegel nicht genau ermittelt werden kann, können für diesen Bereich keine Meßpunkte empfohlen werden. Die hier abstrahlende Fläche ist bei Turbosätzen klein gegenüber ihrer Gesamtoberfläche, so daß die Abweichung des gesamten Schalleistungspegels vom ermittelten Schalleistungspegel kleiner als 1 dB ist, wenn sie unberücksichtigt bleibt.

Bei Maschinensätzen mit vertikaler Anordnung der Welle (z. B. Kühlwasserpumpensätze, Kondensatpumpensätze) ist sinngemäß zu verfahren.

Anmerkung: Meistens befinden sich Teile derartiger Maschinensätze in zwei, durch eine Decke voneinander getrennten Räumen. Dann werden die in die verschiedenen Räume abgestrahlten Teilschalleistungen bestimmt, die nach DIN 45 635 Teil 1/04.84, Anhang F, zu der Gesamtschalleistung zusammengefaßt werden. Dabei, und besonders auch für die Teilschalleistungen, ist zu berücksichtigen, daß diese größer sein können als die z. B. für den Antriebsmotor oder die Pumpe allein angegebene oder im Prüffeld ermittelte Schalleistung, bedingt durch zusätzliche Schallabstrahlung der festen und der rotierenden Kupplungselemente sowie durch Körperschallübertragung über diese Elemente von dem einen zu dem anderen Teil des Maschinensatzes.

Meßpfadteile und Meßpunkte (z. B. über der Maschine) müssen entfallen, wenn sie nicht zugänglich sind, Gefahrenquellen die Meßdurchführung beeinträchtigen oder die Meßwerte z. B. durch Temperatur, Dampf und Feuchtigkeit verfälscht werden können. Es soll aber sichergestellt sein, z. B. anhand der Ergebnisse vorhergehender Untersuchungen, daß dabei der ermittelte Meßflächenschalldruckpegel/Schalleistungspegel um nicht mehr als 1 dB beeinflusst wird.