

Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren

Teil 9: Messung und Bewertung der mechanischen Schwingungen
(ISO 8528-9 : 1995)

DIN
ISO 8528-9

ICS 17.160; 27.020; 29.160.40

Ersatz für DIN 6280-11 : 1993-11

Deskriptoren: Stromerzeugungsaggregat, Hubkolben-Verbrennungsmotor,
mechanische Schwingung, Messung, Prüfverfahren

Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating
sets – Part 9: Measurement and evaluation of mechanical vibrations
(ISO 8528-9 : 1995)

Groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par moteurs alternatifs à
combustion interne – Partie 9: Mesurage et évaluation des vibrations mécaniques
(ISO 8528-9 : 1995)

Die Internationale Norm ISO 8528-9, Ausgabe 1995, „Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets – Part 9: Measurement and evaluation of mechanical vibrations“, ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Nationales Vorwort

Der Arbeitsausschuß Verbrennungsmotoren im Normenausschuß Maschinenbau des DIN hat die Übernahme des Norminhaltes der Internationalen Norm ISO 8528-9 in das deutsche Normenwerk als DIN ISO 8528-9 beschlossen.

Für die im Inhalt zitierten Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 2954 siehe DIN 45666
ISO 5348 siehe E DIN ISO 5348
ISO 8528-1 siehe DIN ISO 8528-1
ISO 8528-5 siehe DIN ISO 8528-5
ISO 10816-1 siehe DIN ISO 10816-1
ISO 10816-6 siehe DIN ISO 10816-6
IEC 34-7 siehe DIN EN 60034-7

Die Deutschen Normen sind in Anhang NA aufgeführt.

Änderungen

Gegenüber DIN 6280-11 : 1993-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Frequenzbereicherweiterung auf 1000 Hz (statt 2 bis 300 Hz)
- b) erweiterter Drehzahlbereich für Stromerzeugungsaggregate in Tabelle C.1
- c) Verzicht auf den Betriebspunkt 50 % Leistung

Frühere Ausgaben

DIN 6280-11: 1993-11

Fortsetzung Seite 2 bis 13

Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)
Normenausschuß Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Deutsche Übersetzung

Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren

Teil 9: Messung und Bewertung der mechanischen Schwingungen

Vorwort

ISO (Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitglieds-körperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den technischen Komitees der ISO. Jede Mitgliedskörperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet bei allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die von den technischen Komitees verabschiedeten Internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitgliedskörperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert die Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitgliedskörperschaften.

Die Internationale Norm ISO 8528-9 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 70, „Verbrennungsmotoren“, Unterkomitee SC 2 „Anforderungen und Prüfung“, erarbeitet.

ISO 8528 besteht unter dem Haupttitel „Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren“ aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Anwendung, Bemessungsdaten und Ausführung
 - Teil 2: Hubkolben-Verbrennungsmotoren
 - Teil 3: Wechselstrom-Generatoren für Stromerzeugungsaggregate
 - Teil 4: Steuer- und Schalteinrichtungen
 - Teil 5: Stromerzeugungsaggregate
 - Teil 6: Prüfverfahren
 - Teil 7: Technische Festlegungen für Auslegung und Ausführungen
 - Teil 8: Anforderungen und Prüfungen für Stromerzeugungsaggregate kleiner Leistung
 - Teil 9: Messung und Bewertung der mechanischen Schwingungen
 - Teil 10: Messung der Luftschallemission – Hüllflächenverfahren
 - Teil 11: Sicherheits-Stromerzeuger für unterbrechungsfreie Stromversorgung
 - Teil 12: Notstromversorgung für Sicherheitseinrichtungen
- Anhänge A, B, C, D und E dieses Teils von ISO 8528 dienen lediglich zur Information.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 8528 beschreibt ein Verfahren für die Messung und Auswertung des externen mechanischen Schwingungsverhaltens von Stromerzeugungsaggregaten an den Meßpunkten, wie sie in dieser Internationalen Norm angegeben sind.

Er gilt für Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren für feste und mobile Installationen mit starrer und/oder elastischer Lagerung. Er gilt für Land- und Schiffseinsatz. Er gilt nicht für Stromerzeugungsaggregate für Flugzeuge und für den Antrieb von Landfahrzeugen und Lokomotiven.

Sind für bestimmte Anwendungen (z. B. Ersatzstromversorgung in Krankenhäusern, Hochhäusern) ergänzende Festlegungen zu treffen, so sind die Festlegungen dieses Teiles von ISO 8528 zugrunde zu legen.

Für andere Hubkolben-Kraftmaschinen (z. B. Klärgasmotoren, Dampfmaschinen) sollte dieser Teil von ISO 8528 als Grundlage angewandt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Normen sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 2041 : 1990

Vibration and shock – Vocabulary

ISO 5348 : 1987

Mechanical vibration and shock – Mechanical mounting of accelerometers

ISO 8528-5 : 1993

Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets – Part 5: Generating sets

IEC 34-7 : 1992

Rotating electrical machines – Part 7: Classification of types of constructions and mounting arrangements (IM Code)

3 Definitionen

Für diesen Teil von ISO 8528 gelten die Definitionen gemäß ISO 2041 sowie die folgende:

3.1 Schwingstärke: Wert oder Satz von Werten, wie z. B. Maximalwert, Mittelwert, Effektivwert, oder ein anderer Parameter, der die Schwingung beschreibt.

ANMERKUNGEN 1: Sie können Bezug nehmen auf plötzlich auftretende Werte oder auf Mittelwerte.

ANMERKUNG 2: ISO 2041 beinhaltet in der Definition zwei Anmerkungen. Diese Anmerkungen gelten nicht für diesen Teil von ISO 8528.

4 Formelzeichen und Abkürzungen

Für diesen Teil von ISO 8528 gelten folgende Formelzeichen:

a	Beschleunigung
$\hat{a}$	Spitzenwert der Beschleunigung
f	Frequenz

s	Schwingweg
$\hat{s}$	Spitzenwert der Wegamplitude
t	Zeit
v	Geschwindigkeit
$\hat{v}$	Spitzenwert der Geschwindigkeit
x	Axialkoordinate
y	Querkoordinate
z	Vertikalkoordinate
ω	Winkelgeschwindigkeit

Die folgenden Indizes werden in Verbindung mit den Schwingungsgrößen v , s und a verwendet.

rms	Effektivwert der Schwingungsgröße
x	gemessener Wert der Schwingungsgröße in axialer Richtung
y	gemessener Wert der Schwingungsgröße in Querrichtung
z	gemessener Wert der Schwingungsgröße in vertikaler Richtung
1, 2 ... n	fortlaufende Werte

Die folgende Abkürzung wird verwendet:

IMB	Type oder Konstruktion und Lagerungsanordnung von Generatoren gemäß IEC 34-7
-----	--

5 Andere Vorschriften und zusätzliche Anforderungen

5.1 Für Stromerzeugungsaggregate, die in Schiffen und meerestechnischen Anlagen verwendet werden, welche den Regelungen einer Klassifikationsgesellschaft entsprechen müssen, sind die zusätzlichen Anforderungen der Klassifikationsgesellschaft zu beachten. Trifft dies zu, ist die vorgesehene Klassifikationsgesellschaft vor der Auftragserteilung vom Auftraggeber anzugeben.

Für Stromerzeugungsaggregate, die nicht klassifiziert sind, sind solche zusätzlichen Anforderungen im einzelnen Fall zwischen dem Hersteller und dem Auftraggeber zu vereinbaren.

5.2 Sind besondere Anforderungen aufgrund von Vorschriften anderer amtlichen Stellen (z. B. Abnahme und/oder gesetzgebender Behörden) zu erfüllen, ist die amtliche Stelle vor der Auftragserteilung vom Auftraggeber festzulegen.

Alle weiteren zusätzlichen Anforderungen sind zwischen Hersteller und Auftraggeber zu vereinbaren.

6 Meßwerte

Beschleunigung, Geschwindigkeit und Schwingweg werden für Schwingungen unterschiedlich gemessen (siehe Abschnitt 10).

Im allgemeinen Fall von Schwingungen über dem Zeitintervall t_1 bis t_2 ist der Effektivwert der Geschwindigkeit gegeben durch

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{\int_{t_1}^{t_2} v^2 dt}{t_2 - t_1}} \quad (1)$$

Im speziellen Fall von sinusförmigen Schwingungen ist der Effektivwert der Geschwindigkeit gegeben durch

$$v_{\text{rms}} = \frac{\hat{v}}{\sqrt{2}} = \frac{\hat{a}}{\omega} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

Ist der Schwingungsverlauf analysiert und liegen für die Kreisfrequenzen $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ die Spitzenwerte der Schwinggeschwindigkeiten $v_1, v_2, \dots, v_n$ vor, so können die folgenden Beziehungen verwendet werden, um den Effektivwert der Geschwindigkeit zu bestimmen:

$$v_{\text{rms}} = \frac{\sqrt{\hat{v}_1^2 + \hat{v}_2^2 + \dots + \hat{v}_n^2}}{\sqrt{2}} \quad (3)$$

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{v_{\text{rms}1}^2 + v_{\text{rms}2}^2 + \dots + v_{\text{rms}n}^2} \quad (4)$$

ANMERKUNG 3: Für die Beschleunigung und für den Schwingweg werden die Effektivwerte auf die gleiche Art und Weise berechnet.

7 Meßeinrichtungen

Das Meßsystem muß die Effektivwerte für Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung mit einer Genauigkeit von $\pm 10\%$ über den Bereich von 10 Hz bis 1 000 Hz und einer Genauigkeit von $+10/-20\%$ über den Bereich von 2 Hz bis 10 Hz erfassen. Diese Werte können von einem einzelnen Aufnehmer ermittelt werden, dessen Signal, abhängig vom Ausgangssignal entweder integriert oder differenziert wird, um die nicht direkt gemessenen Größen zu ermitteln, vorausgesetzt, die Genauigkeit des Meßsystems wird nicht gegenteilig beeinflußt.

ANMERKUNG 4: Die Genauigkeit der Messung wird auch durch die Verbindungsart zwischen dem Aufnehmer

und dem gemessenen Objekt beeinflußt. Sowohl die Frequenzantwort als auch die gemessene Schwingung werden durch die Art der Aufnehmerbefestigung beeinflußt. Es ist ganz besonders wichtig, eine gute Verbindung zwischen dem Aufnehmer und dem Punkt an dem zu messenden Stromerzeugungsaggregat herzustellen, besonders wenn die Schwingungspegel hoch sind.

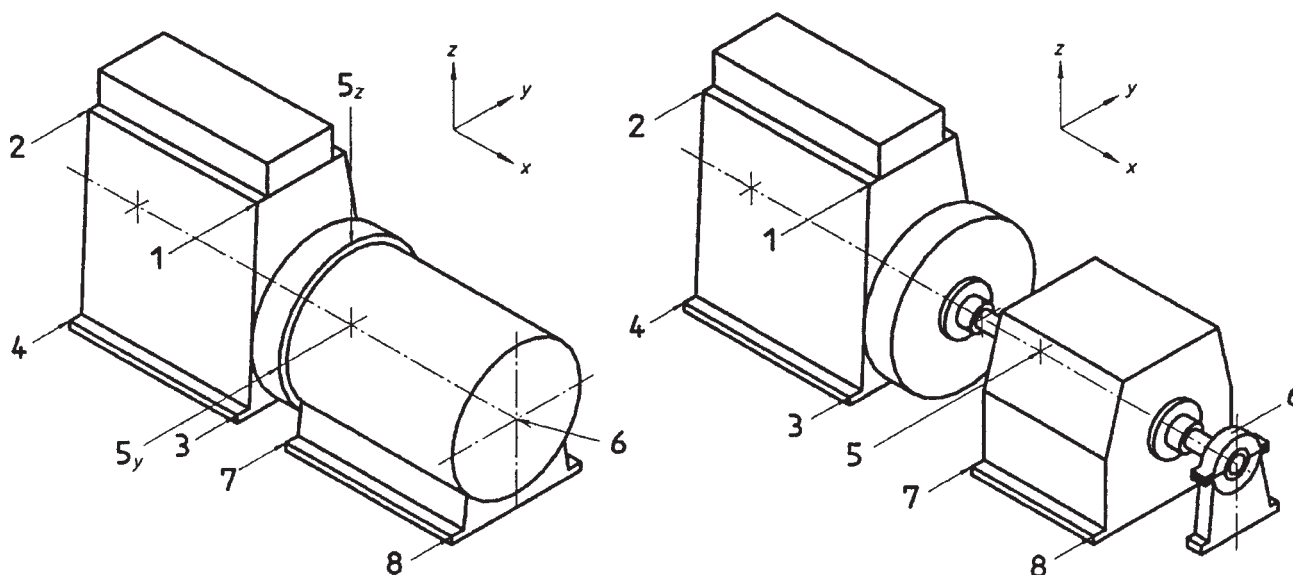
ISO 5348 gibt Hinweise bezüglich der Montage von Beschleunigungsaufnehmern.

8 Lage der Meßpunkte und Meßrichtungen

Bild 1 zeigt die empfohlenen Schwingungsmeßpunkte an Stromerzeugungsaggregaten. Die Spezifikationen eignen sich auch für andere Ausführungen. Wenn möglich, sind die Messungen an diesen Punkten in den drei durch x, y und z definierten Hauptrichtungen, vorzunehmen.

Bild 1 zeigt die ungefähre Lage der Meßpunkte, die am starren Motorgehäuse und an starren Teilen des Generatorrahmens liegen müssen, um zu verhindern, daß örtliche Resonanzschwingungen gemessen werden.

Wenn Erfahrungen mit ähnlichen Stromerzeugungsaggregaten gezeigt haben, an welchen Punkten das maximale Schwingungsniveau zu erwarten ist, ist es nicht unbedingt notwendig, an allen in Bild 1 angegebenen Punkten zu messen.



a) Stromerzeugungsaggregat, angetrieben durch einen Reihenmotor mit über Anflanschgehäuse angeschlossenem Generator mit integralen Lagern.

b) Stromerzeugungsaggregat, angetrieben durch einen Reihenmotor mit Generator mit freistehendem Lager.

Legende:

- 1, 2 Vorderseite-Oberkante und Hinterseite-Oberkante
- 3, 4 vorderes und hinteres Ende des Motorfußes
- 5, 6 Generator-Hauptlagergehäuse
- 7, 8 Generatorfuß

ANMERKUNG: Der gezeigte Reihenmotor wird nur als Beispiel gegeben. Die Meßpunkte 1 bis 4 sind auch für andere Motortypen gültig, zum Beispiel V-Motoren, liegende Motoren.

Bild 1: Anordnung von Meßpunkten

9 Betriebsbedingungen während der Messung

Die Messungen müssen mit dem Stromerzeugungsaggregat bei Betriebstemperatur und mit Nennfrequenz sowohl bei Null-Leistung als auch bei Nenn-Leistung erfolgen. Wenn die Nennleistung des Stromerzeugungsaggregates nicht erreichbar ist, ist es mit der maximalen Leistung zu prüfen, die erreicht werden kann.

10 Auswertung der Ergebnisse

Die Haupt-Erregerfrequenzen des Hubkolben-Verbrennungsmotors liegen in dem Bereich von 2 Hz bis 300 Hz. Wenn man die gesamte Struktur des Stromerzeugungsaggregates und der Komponenten betrachtet, ist jedoch ein Bereich von 2 Hz bis 1000 Hz erforderlich, um die Schwingungen zu bewerten.

Zusätzliches Prüfen kann notwendig werden, um sicherzustellen, daß keine örtlichen Strukturresonanzen zu dem Meßergebnis beitragen.

Eine Beurteilung der potentiellen Effekte der Schwingungen erfolgt durch Bezug auf Tabelle C.1, welche die Effektivwerte des Schwingweges, der Schwinggeschwindigkeit und Beschleunigung angibt. Diese Werte können als Richtlinie für die Auswertung der gemessenen Schwingungspegel verwendet werden.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß mit einer Standardkonstruktion von Anlagenstruktur und Komponenten kein Schaden zu erwarten ist, wenn die Schwingungspegel unterhalb des Wertes 1 bleiben.

Wenn die Schwingungspegel zwischen die Werte 1 und 2 fallen, kann eine Bewertung der Struktur des Stromerzeugungsaggregates und der Komponenten erforderlich sein zusammen mit einer Abstimmung zwischen dem Hersteller des Stromerzeugungsaggregates und dem Lieferanten der Komponenten, um einen zuverlässigen Betrieb sicherzustellen.

In manchen Fällen können die Schwingungspegel über dem Wert 2 liegen, aber nur wenn individuell spezielle Konstruktionen des Stromerzeugungsaggregates und der Komponenten vorliegen.

In allen Fällen bleibt der Hersteller des Stromerzeugungsaggregates dafür verantwortlich, daß alle Komponenten des Stromerzeugungsaggregates (siehe ISO 8528-5 : 1993, 15.10) aufeinander abgestimmt sind.

11 Prüfbericht

Die angegebenen Meßresultate müssen die Hauptdaten des Stromerzeugungsaggregates und der verwendeten Meßausrüstung einschließen. Diese Daten sind unter Verwendung des Anhangs D zu erfassen.

Anhang A (informativ)

Typische Konfigurationen von Stromerzeugungsaggregaten

Es gibt eine Anzahl von Möglichkeiten für die Montage eines Hubkolben-Verbrennungsmotors mit einem Generator. Die Bilder A.1 bis A.6 zeigen Beispiele von typischen Konfigurationen.

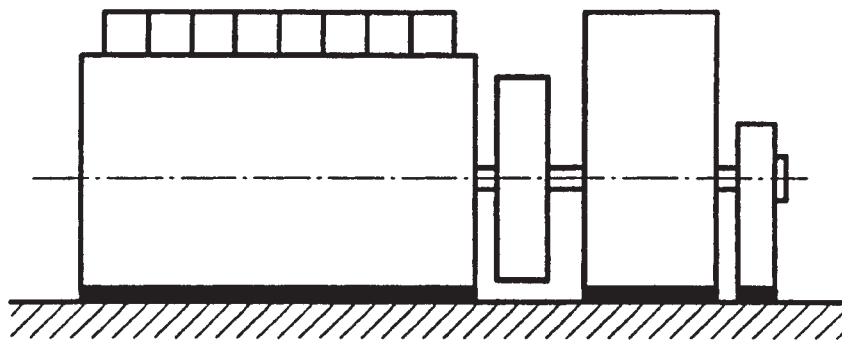


Bild A.1: Motor und Generator starr gelagert

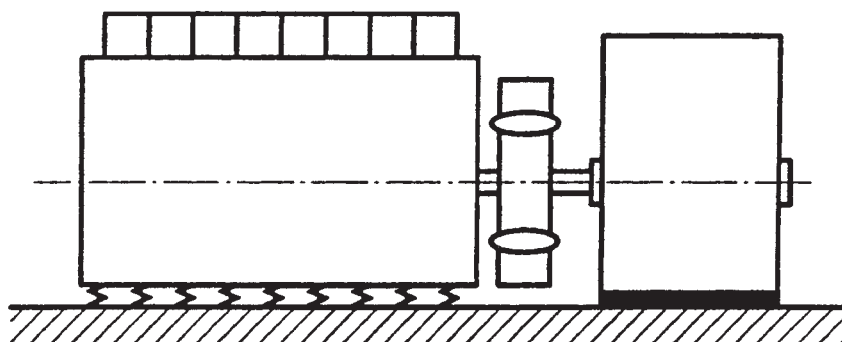


Bild A.2: Motor elastisch gelagert, Generator starr gelagert, elastische Kupplung