

DIN ISO 10816-4

ICS 17.160

Ersatz für
DIN ISO 10816-4:1998-12

**Mechanische Schwingungen –
Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an
nicht-rotierenden Teilen –
Teil 4: Gasturbinensätze mit Gleitlagern (ISO 10816-4:2009)**

Mechanical vibration –
Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts –
Part 4: Gas turbine sets with fluid-film bearings (ISO 10816-4:2009)

Vibrations mécaniques –
Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes –
Partie 4: Turbines à gaz à paliers à film fluide (ISO 10816-4:2009)

Gesamtumfang 22 Seiten

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI
Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Messverfahren.....	7
4 Beurteilungskriterien.....	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Kriterium I: Schwingungsgröße	10
4.3 Kriterium II: Änderung der Schwingungsgröße unter stationären Betriebsbedingungen bei der Nenn-Betriebsdrehzahl.....	16
4.4 Zusätzliche Verfahren/Kriterien.....	17
4.5 Beurteilung auf der Basis von Informationen über Schwingungsvektoren	17
Anhang A (normativ) Grenzen der Bewertungszonen	18
Anhang B (informativ) Beispiel für die Festlegung von ALARM- und ABSCHALT-Werten.....	19
Anhang C (informativ) Warnhinweise zur Verwendung der Beurteilungskriterien auf Basis der Schwinggeschwindigkeit bei niedrigen Drehzahlen	20
Literaturhinweise	22

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 10816-4:2009 „Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 4: Gas turbine sets with fluid-film bearings“ ist vom Technischen Komitee ISO/TC 108 „Mechanical vibration, shock and condition monitoring“, Unterkomitee SC 2 „Measurement and evaluation of mechanical vibration and shock as applied to machines, vehicles and structures“, dessen Sekretariat vom DIN geführt wird, erarbeitet worden. Die deutsche Mitarbeit erfolgte durch den Ausschuss NA 001-03-06-02 UA (NALS/VDI C 6.2) „Messung und Beurteilung von Maschinenschwingungen“.

Zu den im Inhalt genannten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 5348	siehe	DIN ISO 5348
Normen der Reihe ISO 7919	siehe	Normen der Reihe DIN ISO 7919
Normen der Reihe ISO 10816	siehe	Normen der Reihe DIN ISO 10816
Normen der Reihe ISO 13373	siehe	Normen der Reihe DIN ISO 13373

Die Deutschen Normen sind im Nationalen Anhang NA aufgeführt.

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 10816-4:1998-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Klarstellung, dass die Norm nur für Gasturbinensätze mit Gleitlagern gilt; daher auch neuer Titel;
- es wird betont, dass Abnahmekriterien immer vor der Aufstellung des Gasturbinensatzes zwischen dem Lieferanten und dem Abnehmer vereinbart werden sollten;
- Angabe zusätzlicher Bewertungskriterien für die Schwingungen gekuppelter Gasturbinensätze in Übergangszuständen;
- Aufnahme eines neuen Anhangs mit Warnhinweisen zur Verwendung der Beurteilungskriterien auf Basis der Schwinggeschwindigkeit bei tiefen Frequenzen;
- weitgehende Anpassung der Gliederung an ISO 7919-2, ISO 7919-4 und ISO 10816-2.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 10816-4: 1998-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 5348, *Mechanische Schwingungen und Stöße — Mechanische Ankopplung von Beschleunigungsaufnehmern*

DIN ISO 7919-1, *Mechanische Schwingungen von Maschinen mit Ausnahme von Kolbenmaschinen — Messung und Bewertung von Wellenschwingungen — Teil 1: Allgemeine Anleitungen*

DIN ISO 7919-2, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an rotierenden Wellen — Teil 2: Stationäre Dampfturbinen und Generatoren über 50 MW mit Nenn-Betriebsdrehzahlen von 1 500 min⁻¹, 1 800 min⁻¹, 3 000 min⁻¹ und 3 600 min⁻¹*

DIN ISO 7919-3, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an rotierenden Wellen — Teil 3: Gekuppelte industrielle Maschinen*

DIN ISO 7919-4, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an rotierenden Wellen — Teil 4: Gasturbinensätze mit Gleitlagern*

DIN ISO 7919-5, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an rotierenden Wellen — Teil 5: Maschinensätze in Wasserkraft- und Pumpenanlagen*

DIN ISO 10816-1, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 1: Allgemeine Anleitungen*

DIN ISO 10816-2, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 2: Stationäre Dampfturbinen und Generatoren über 50 MW mit Nenn-Betriebsdrehzahlen von 1 500 min⁻¹, 1 800 min⁻¹, 3 000 min⁻¹ und 3 600 min⁻¹*

DIN ISO 10816-3, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 3: Industrielle Maschinen mit Nennleistungen über 15 kW und Nenndrehzahlen zwischen 120 min⁻¹ und 15 000 min⁻¹ bei Messungen am Aufstellungsort*

DIN ISO 10816-6, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 6: Hubkolbenmaschinen mit Leistungen über 100 kW*

DIN ISO 10816-7, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 7: Kreiselpumpen für die Anwendung in der Industrie (einschließlich Messung der Wellenschwingungen)*

DIN ISO 13373-1, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Schwingungs-Zustandsüberwachung — Teil 1: Allgemeine Anleitungen*

DIN ISO 13373-2, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Schwingungs-Zustandsüberwachung — Teil 2: Verarbeitung, Analyse und Darstellung von Schwingungsmesswerten*

**Mechanische Schwingungen —
Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen
an nicht-rotierenden Teilen —
Teil 4: Gasturbinensätze mit Gleitlagern**

Einleitung

ISO 10816-1 ist die Grundnorm der Reihe ISO 10816; sie enthält die allgemeinen Anforderungen an die Bewertung der Schwingungen von Maschinen verschiedener Art, wenn Schwingungsmessungen an nicht-rotierenden Bauteilen ausgeführt werden. Der vorliegende Teil von ISO 10816 enthält maschinenspezifische Vorgaben zur Beurteilung der Schwingungen, die an den Lagergehäusen oder Lagerständern von Gasturbinensätzen gemessen werden; Messwerte an diesen Stellen charakterisieren den Schwingungszustand in vernünftiger Weise. Es werden Bewertungskriterien angegeben, die auf Erfahrungen beruhen und bei der Beurteilung des Schwingungszustands derartiger Maschinen herangezogen werden können.

Zur Beurteilung der Maschinenschwingungen unter stationären Betriebsbedingungen werden zwei Kriterien angegeben. Das eine Kriterium betrachtet die Größe der gemessenen Schwingung, das andere Änderungen der Schwingungsgröße. Darüber hinaus werden davon abweichende Kriterien für Übergangszustände genannt. Schwingungen von nicht-rotierenden Teilen sind jedoch nicht die einzige Grundlage für die Beurteilung der Stärke von Schwingungen. Bei Gasturbinensätzen ist es üblich, zusätzlich die Wellenschwingungen zu bewerten. Zu den Anforderungen an Wellenschwingungsmessungen siehe ISO 7919-1 und ISO 7919-4.

Die Bewertungsverfahren nach diesem Teil von ISO 10816 beruhen auf der breitbandigen Messung der Schwingungen. Wegen des Fortschritts in der Messtechnik sind die schmalbandige Messung und die Spektralanalyse immer weiter verbreitet, insbesondere bei der Schwingungsanalyse, der Zustandsüberwachung und der Diagnose. Kriterien für derartige Messungen sind in diesem Teil von ISO 10816 nicht enthalten, sie werden aber in den Normen der Reihe ISO 13373, die Vorgaben zur Schwingungszustandsüberwachung von Maschinen enthalten, detailliert behandelt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 10816 enthält Vorgaben zur Bewertung der Schwingungen, die am Aufstellungsort in radialer Richtung, d. h. quer zur Welle an allen Hauptlagergehäusen oder Hauptlagerständen sowie in axialer Richtung an Drucklagern breitbandig gemessen werden. Diese Anleitungen werden gegeben für

- Schwingungen unter den üblichen stationären Betriebsbedingungen;
- Schwingungen unter anderen (nicht stationären) Bedingungen, also in Übergangszuständen, wie Hochlauf, Auslauf, Belasten und Laständerung;
- Schwingungsänderungen, die sich im üblichen stationären Betrieb ergeben können.

Dieser Teil von ISO 10816 gilt für Hochleistungs-Gasturbinensätze mit Gleitlagern, einer Leistung über 3 MW und Betriebsdrehzahlen unter Last zwischen $3\,000\text{ min}^{-1}$ und $30\,000\text{ min}^{-1}$, die einen Generator antreiben oder als Antriebsmotor eingesetzt werden. Das schließt auch Gasturbinen ein, die entweder direkt oder über ein Getriebe mit anderen rotierenden Maschinen gekuppelt sind. Für einige solcher Fälle gilt dieser Teil von ISO 10816 nicht für die Bewertung der Schwingungen des gekuppelten Maschinensatzes (siehe untenstehende Ausschlussliste).

BEISPIEL Bei Gas-und-Dampf-Maschinensätzen (GUD-Maschinensätze), bei denen eine Gasturbine im selben Wellenstrang mit einer Dampfturbine und/oder einem Generator gekuppelt ist, erfolgt die Bewertung der Gasturbinschwingung nach diesem Teil von ISO 10816, während die Schwingungen der Dampfturbine und des Generators nach ISO 10816-2 oder ISO 10816-3 bewertet werden.

Dieser Teil von ISO 10816 gilt nicht für Folgendes:

- a) Flugtriebwerks-Gasturbinen (einschließlich Gasturbinen, deren dynamische Eigenschaften denjenigen von Flugtriebwerks-Gasturbinen ähnlich sind);

ANMERKUNG ISO 3977-3 definiert Flugtriebwerks-Gasturbinen als Strahltriebwerke, die als Antriebsmotor oder zum Antrieb eines Generators oder eines Schiffs modifiziert wurden. Zwischen Hochleistungs-Gasturbinensätzen und Flugtriebwerks-Gasturbinen bestehen große Unterschiede, beispielsweise in der Steifigkeit des Gehäuses, der Gestaltung der Lager, im Massenverhältnis zwischen Rotor und feststehenden Teilen sowie in den Aufstellungsbauteilen. Daher gelten für diese beiden Turbinenarten unterschiedliche Kriterien.

- b) Gasturbinen mit einer Leistung bis 3 MW (siehe ISO 10816-3);
- c) von Gasturbinen angetriebene Pumpen (siehe ISO 10816-7);
- d) gekuppelte Dampfturbinen und/oder Generatoren mit einer Leistung bis 50 MW (siehe ISO 10816-3);
- e) gekuppelte Dampfturbinen und/oder Generatoren mit einer Leistung über 50 MW (siehe ISO 10816-2);
- f) Synchronkupplungen, mit denen die Gasturbine an eine Dampfturbine oder einen Generator gekuppelt wird (siehe ISO 10816-2);
- g) gekuppelte Kompressoren (siehe ISO 10816-3);
- h) Getriebeschwingungen (siehe unten);
- i) Schwingungen von Wälzlagern.

Dieser Teil von ISO 10816 gilt für alle anderen und nicht in dieser Ausschlussliste enthaltenen angetriebenen Maschinen.

Dieser Teil von ISO 10816 gilt auch für Maschinen, die an ein Getriebe gekuppelt sein können, behandelt aber die Bewertung des Schwingungszustands des Getriebes nicht. Für die Bewertung des Schwingungszustands von Getrieben sind spezielle Techniken notwendig, die außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Teils von ISO 10816 sind.

Die angegebenen Zahlenwerte sind nicht dazu gedacht, die einzige Grundlage für die Beurteilung der Stärke von Schwingungen zu sein. Bei Gasturbinensätzen ist es üblich, zusätzlich die Wellenschwingungen zu bewerten. Zu den Anforderungen an derartige Schwingungsmessungen siehe ISO 7919-1 und ISO 7919-4.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 7919-4, *Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on rotating shafts — Part 4: Gas turbine sets with fluid-film bearings*

ISO 10816-1:1995, *Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 1: General guidelines*

3 Messverfahren

Die Messverfahren und die Messeinrichtung müssen mit den allgemeinen Anforderungen von ISO 10816-1 übereinstimmen und sind wie folgt.

Für die Schwingungsüberwachung muss die Messeinrichtung in der Lage sein, breitbandige Schwingungen zu messen, und zwar in einem Frequenzbereich von 10 Hz bis mindestens dem 6-Fachen der höchsten Nenn-Umdrehungsfrequenz oder 500 Hz, je nachdem, was größer ist. Wenn die Messeinrichtung jedoch auch für die Schwingungsdiagnose eingesetzt wird, kann ein größerer Frequenzbereich und/oder eine Spektralanalyse notwendig sein. Wenn beispielsweise die Frequenz, die der 1. Resonanzdrehzahl der Gasturbine entspricht, unter 10 Hz liegt, muss die untere Grenze des linearen Arbeitsfrequenzbereichs der Messeinrichtung zu noch tieferen Frequenzen verschoben werden. Wenn signifikante tieffrequente Schwingungen auf die Maschine übertragen werden können, wie z. B. in Erdbebengebieten, kann es erforderlich sein, im tieffrequenten Bereich des Frequenzgangs der Messeinrichtung Filter zu verwenden und/oder zeitversetzt zu messen. Wenn Messwerte von verschiedenen Maschinen verglichen werden, sollte darauf geachtet werden, dass der Frequenzbereich identisch ist.

Die Orte der Schwingungsmessung sollten so gewählt werden, dass sie die dynamischen Kräfte der Maschine mit ausreichender Empfindlichkeit widerspiegeln. Es sollte darauf geachtet werden, dass die Messeinrichtung von äußeren Einwirkungen, wie z. B. Schwingungen durch den Verbrennungsvorgang, durch das Getriebe sowie Lärm und Körperschall, nicht in unzulässiger Weise beeinflusst wird. Im Allgemeinen ist es erforderlich, mit einem Paar von rechtwinklig angeordneten Aufnehmern in zwei radialen Richtungen an jedem Haupt-Lagerdeckel oder -Lagerständer zu messen, wie in den Bildern 1 und 2 gezeigt. Die Aufnehmer können im Prinzip in beliebigen Winkeln an den Lagergehäusen oder Lagerständern angeordnet werden, es wird aber üblicherweise bevorzugt, sie vertikal und horizontal anzuordnen.

Es darf an einem Lagerdeckel oder Lagerständer ein einzelner Radialaufnehmer anstelle des üblicherweise verwendeten Paares von rechtwinklig angeordneten Aufnehmern eingesetzt werden, wenn dieser hinreichende Informationen über die Größe der Maschinenschwingung liefert. Im Allgemeinen sollte aber Vorsicht walten, wenn die von einem einzelnen Schwingungsaufnehmer in einer Messebene erfassten Schwingungen bewertet werden, da dieser so ausgerichtet sein kann, dass er keinen vernünftigen Näherungswert für den Maximalwert in dieser Ebene liefert.