

**DIN ISO 10816-4**

ICS 17.160

Ersatz für  
DIN ISO 10816-4:2010-06

**Mechanische Schwingungen –  
Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an  
nicht-rotierenden Teilen –  
Teil 4: Gasturbinensätze mit Gleitlagern (ISO 10816-4:2009 + Amd.1:2017)**

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 + Amd.1:2017)

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 + Amd.1:2017)

Gesamtumfang 22 Seiten

DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS)

# Inhalt

|                                                                                                                                                 | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Nationales Vorwort.....                                                                                                                         | 3     |
| Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise .....                                                                                       | 4     |
| Vorwort .....                                                                                                                                   | 5     |
| Einleitung .....                                                                                                                                | 6     |
| 1 Anwendungsbereich.....                                                                                                                        | 7     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                                  | 8     |
| 3 Messverfahren .....                                                                                                                           | 8     |
| 4 Beurteilungskriterien.....                                                                                                                    | 10    |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                                                                           | 10    |
| 4.2 Kriterium I: Schwingungsgröße .....                                                                                                         | 11    |
| 4.2.1 Allgemeines .....                                                                                                                         | 11    |
| 4.2.2 Schwingungsgröße bei Nenn-Betriebsdrehzahlen unter stationären Betriebsbedingungen.....                                                   | 11    |
| 4.2.3 Grenzwerte für den stationären Betrieb.....                                                                                               | 13    |
| 4.2.4 Schwingungsgröße in transienten Betriebszuständen (Übergangszustände) .....                                                               | 14    |
| 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 und ihre Änderung Amd.1:2017 sind 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 von DIN (Deutschland) geführt wird, erarbeitet worden. Die deutsche Mitarbeit erfolgte durch den Arbeitsausschuss NA 001-03-03 AA (NALS/VDI C 3) „Messung und Beurteilung von Maschinenschwingungen“ des DIN/VDI-Normenausschusses Akustik, Lärmminderung und Schwingungstechnik (NALS).

In der vorliegenden Norm ist die Änderung mittels Änderungsmarken  Änderung Amd.1  sichtbar eingearbeitet.

Zur Änderung Amd.1 war der Norm-Entwurf DIN ISO 10816-4/A1:2016-10 veröffentlicht worden.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

|                  |       |                         |
|------------------|-------|-------------------------|
| ISO 2954         | siehe | DIN ISO 2954            |
| ISO 5348         | siehe | DIN ISO 5348            |
| ISO 7919-4       | siehe | DIN ISO 7919-4          |
| ISO 10816-3      | siehe | DIN ISO 10816-3         |
| ISO 10816-7      | siehe | DIN ISO 10816-7         |
| ISO 13373-1      | siehe | DIN ISO 13373-1         |
| ISO 13373-2      | siehe | DIN ISO 13373-2         |
| ISO 13373-3      | siehe | DIN ISO 13373-3         |
| ISO 20816-1:2016 | siehe | DIN ISO 20816-1:2017-03 |
| ISO 20816-2      | siehe | DIN ISO 20816-2         |
| ISO 21940-12     | siehe | DIN ISO 21940-12        |

Die Deutschen Normen sind in Anhang NA aufgeführt.

## Änderungen

Gegenüber DIN ISO 10816-4:2010-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einarbeitung der Änderung ISO 10816-4:2009/Amd.1:2017;
- b) Einführung der Leistungsgrenze 40 MW bei der Zuordnung von Maschinen zu verschiedenen Normen;
- c) redaktionelle Änderungen vorgenommen und zitierte Normen aktualisiert.

## Frühere Ausgaben

DIN ISO 10816-4: 1998-12, 2010-06

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN ISO 2954, *Mechanische Schwingungen von Hubkolbenmaschinen und von Maschinen mit rotierenden Bauteilen — Anforderungen an Schwingstärkemessgeräte*

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

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 10816-3, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 3: Industrielle Maschinen mit einer Nennleistung über 15 kW und Nenndrehzahlen zwischen  $120 \text{ min}^{-1}$  und  $15\,000 \text{ min}^{-1}$  bei Messungen am Aufstellungsort*

DIN ISO 10816-7, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 7: Kreiselpumpen für den industriellen Einsatz (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*

DIN ISO 13373-3, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Schwingungs-Zustandsüberwachung — Teil 3: Anleitungen zur Schwingungsdiagnose*

DIN ISO 20816-1:2017-03, *Mechanische Schwingungen — Messung und Bewertung der Schwingungen von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anleitungen (ISO 20816-1:2016)*

DIN ISO 20816-2, *Mechanische Schwingungen — Messung und Bewertung der Schwingungen von Maschinen — Teil 2: Stationäre Gasturbinen, Dampfturbinen und Generatoren über 40 MW mit Gleitlagern und Nenndrehzahlen von  $1\,500 \text{ min}^{-1}$ ,  $1\,800 \text{ min}^{-1}$ ,  $3\,000 \text{ min}^{-1}$  und  $3\,600 \text{ min}^{-1}$*

DIN ISO 21940-12, *Mechanische Schwingungen — Auswuchten von Rotoren — Teil 12: Verfahren und Toleranzen für Rotoren mit nachgiebigem Verhalten*

DIN ISO 21940-12 Beiblatt 1, *Mechanische Schwingungen — Auswuchten von Rotoren — Teil 12: Verfahren und Toleranzen für Rotoren mit nachgiebigem Verhalten — Beiblatt 1: Verfahren zum Auswuchten bei mehreren Drehzahlen*

DIN ISO 21940-13, *Mechanische Schwingungen — Auswuchten von Rotoren — Teil 13: Kriterien und Sicherheitshinweise für das Auswuchten von mittleren und großen Rotoren am Aufstellungsort*



## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von Technischen ISO-Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen, sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde 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* erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 10816-4:1998), die inhaltlich überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen sind:

- Klarstellung, dass die Norm nur für Gasturbinensätze mit Gleitlagern gilt;
- es wird betont, dass Abnahmekriterien immer vor der Aufstellung der Gasturbinensätze 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 niedrigen Drehzahlen;
- stärkere Orientierung dieses Teils von ISO 10816 an ISO 7919-4.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 10816 ist auf der ISO Internetseite abrufbar.

## Einleitung

ISO 20816-1 enthält allgemeine Anleitungen zur Bewertung der Schwingungen verschiedener Maschinenarten, wenn die Schwingungen an rotierenden und an nicht-rotierenden (und sofern zutreffend, an nicht-oszillierenden) Bauteilen von vollständigen Maschinen gemessen 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 7919-4 und ISO 20816-1.

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 Hauptlagerständern sowie in axialer Richtung an Axiallagern 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 (Lastaufnahme) 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 Gasturbinenschwingung nach diesem Teil von ISO 10816, während die Schwingungen der Dampfturbine und des Generators nach **A1** gestrichener Text **A1** ISO 10816-3 bewertet werden.

**A1** 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 über 40 MW und Nenndrehzahlen von  $1\,500\text{ min}^{-1}$ ,  $1\,800\text{ min}^{-1}$ ,  $3\,000\text{ min}^{-1}$  oder  $3\,600\text{ min}^{-1}$  (siehe ISO 20816-2);
- c) Gasturbinen mit einer Leistung bis 3 MW (siehe ISO 10816-3);
- d) von Gasturbinen angetriebene Kreiselpumpen (siehe ISO 10816-7);
- e) gekuppelte Dampfturbinen und/oder Generatoren mit einer Leistung bis 40 MW (siehe ISO 10816-3);
- f) gekuppelte Dampfturbinen und/oder Generatoren mit einer Leistung über 40 MW und Drehzahlen von  $1\,500\text{ min}^{-1}$ ,  $1\,800\text{ min}^{-1}$ ,  $3\,000\text{ min}^{-1}$  oder  $3\,600\text{ min}^{-1}$  (siehe ISO 20816-2);
- g) gekuppelte Dampfturbinen und/oder Generatoren mit einer Leistung über 40 MW und Drehzahlen ungleich  $1\,500\text{ min}^{-1}$ ,  $1\,800\text{ min}^{-1}$ ,  $3\,000\text{ min}^{-1}$  oder  $3\,600\text{ min}^{-1}$  (auch wenn Generatoren selten zu dieser Kategorie gehören) (siehe ISO 10816-3);
- h) Synchronkupplungen, mit denen die Gasturbine an eine Dampfturbine oder einen Generator gekuppelt wird (siehe ISO 20816-2);
- i) gekuppelte Turbokompressoren (siehe ISO 10816-3);
- j) Getriebeschwingungen (siehe unten);
- k) Schwingungen von Wälzlagern angetriebener Maschinen. **A1**