

DIN ISO 10816-7

ICS 17.160

Mit DIN ISO 10816-3:2009-08
Ersatz für
DIN ISO 10816-3:1998-12

**Mechanische Schwingungen –
Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an
nicht-rotierenden Teilen –
Teil 7: Kreiselpumpen für den industriellen Einsatz (einschließlich
Messung der Wellenschwingungen) (ISO 10816-7:2009)**

Mechanical vibration –

Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts –

Part 7: Rotodynamic pumps for industrial applications, including measurements on
rotating shafts (ISO 10816-7:2009)

Vibrations mécaniques –

Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes –

Partie 7: Pompes rotodynamiques pour applications industrielles, y compris mesurages
sur les arbres tournants (ISO 10816-7:2009)

Gesamtumfang 24 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Messung der Schwingungen	8
3.1 Messgröße und Messverfahren	8
3.2 Messeinrichtung und Frequenzbereich	8
3.3 Messorte und Messrichtungen	10
3.4 Aufstellungs- und Betriebsbedingungen	11
4 Beurteilung der Schwingungen	13
4.1 Allgemeines	13
4.2 Beurteilung von Lagergehäuseschwingungen	13
4.3 Beurteilung auf der Basis von Informationen über Schwingungsvektoren	14
5 Bewertungszonen sowie Betriebsbedingungen für den Betrieb am Aufstellungsort und Bedingungen bei Abnahmeprüfungen	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Bewertungszonen	14
5.3 Grenzen der Bewertungszonen	15
5.4 Betriebsbedingungen für den Betrieb am Aufstellungsort	15
5.5 Bedingungen bei Abnahmeprüfungen	15
6 Grenzwerte	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Festlegung der ALARM-Grenze	16
6.3 Festlegung der ABSCHALT-Grenze	16
Anhang A (normativ) Grenzen der Bewertungszonen für die Schwingungen von nicht-rotierenden Bauteilen	17
Anhang B (informativ) Beurteilungskriterien für die relativen Wellenschwingungen von Kreispumpen mit Gleitlagern	19
Anhang C (informativ) Beispiel für die Festlegung von ALARM- und ABSCHALT-Werten	22
Anhang D (informativ) Bemerkungen zur Nachgiebigkeit des Unterbaus und zur Ausrichtung der Pumpe	23
Literaturhinweise	24

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 10816-7:2009 *Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 7: Rotodynamic pumps for industrial applications, including measurements on rotating shafts* ist vom ISO/TC 108/SC 2 „Measurement and evaluation of mechanical vibration and shock as applied to machines, vehicles and structures“, dessen Sekretariat vom NALS geführt wird, in Zusammenarbeit mit dem ISO/TC 115 „Pumps“ unter deutscher Projektleitung erarbeitet worden. Die deutsche Mitarbeit erfolgte durch die Arbeitsausschüsse NAM 211-01 „Kreiselpumpen“ und NA 001-03-06-02 (NALS/VDI C 6.2) „Messung und Beurteilung von Maschinenschwingungen“ im Normenausschuss „Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS)“.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 5199	siehe	DIN EN ISO 5199
ISO 5348	siehe	DIN ISO 5348
Normen der Reihe ISO 7919	siehe	Normen der Reihe DIN ISO 7919
ISO 9905	siehe	DIN ISO 9905
ISO 9908	siehe	DIN ISO 9908
Normen der Reihe ISO 10816	siehe	Normen der Reihe DIN ISO 10816
ISO 10817-1	siehe	DIN ISO 10817-1
Normen der Reihe ISO 13373	siehe	Normen der Reihe DIN ISO 13373
ISO 13709	siehe	DIN EN ISO 13709
ISO 15783	siehe	DIN EN ISO 15783

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 10816-3:1998-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Pumpen aus dem Anwendungsbereich herausgenommen; sie werden in der vorliegenden eigenständigen Norm behandelt;
- b) Beschränkung des Gültigkeitsbereichs auf Kreiselpumpen (Strömungspumpen), jedoch bereits ab 1 kW;
- c) keine Unterscheidung nach der Nachgiebigkeit des Unterbaus, dafür Unterscheidung nach der Leistungsaufnahme bis bzw. ab 200 kW.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 10816-3: 1998-12

Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 5199, *Technische Anforderungen an Kreiselpumpen — Klasse II*

DIN EN ISO 13709, *Kreiselpumpen für den Einsatz in der Erdöl-, petrochemischen und Erdgasindustrie* (Englische Fassung)

DIN EN ISO 15783, *Wellendichtungslose Kreiselpumpen — Klasse II — Technische Anforderungen*

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 (Entwurf), *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 (Entwurf), *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 9905, *Kreiselpumpen — Technische Anforderungen — Klasse I*

DIN ISO 9908, *Kreiselpumpen — Technische Anforderungen — Klasse III*

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

DIN ISO 10816-1/A1 (Entwurf), *Änderung 1*

DIN ISO 10816-2 (Entwurf), *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 10816-4 (Entwurf), *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 4: Gasturbinensätze mit Gleitlagern*

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 10817-1, *Messeinrichtung für die Schwingungen rotierender Wellen — Teil 1: Erfassung der relativen und der absoluten Radialschwingungen*

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 7: Kreiselpumpen für den industriellen Einsatz
(einschließlich Messung der Wellenschwingungen)

Einleitung

Schwingungsmessungen an Kreiselpumpen (Strömungspumpen) können zahlreichen Zwecken dienen, z. B. Betriebsüberwachung, Abnahmeprüfung, diagnostische oder analytische Untersuchung (Zustandsüberwachung).

Allgemeine Beschreibungen der Prinzipien, die bei der Messung und Beurteilung der Schwingungen gekuppelter industrieller Maschinen anzuwenden sind, sind für Schwingungen nicht-rotierender Teile in ISO 10816-1 und für Wellenschwingungen in ISO 7919-1 enthalten.

Dieser Teil von ISO 10816 beruht auf Schwingungswerten, die an ungefähr 1 500 Pumpen sowohl bei Betrieb am Aufstellungsort als auch in verschiedenen Prüfständen ermittelt wurden. Diese Datenerhebung umfasste Pumpen unterschiedlicher Art, Drehzahl und Leistung, deren Betriebseinsatz einen weiten Förderstrombereich abdeckt. Aufgrund der großen Anzahl werden diese Schwingungsmesswerte für einen zufriedenstellenden Pumpenbetrieb als repräsentativ angesehen. Über den Zusammenhang zwischen dem Betriebszustand bei dem Schwingungsmesswert und der mittleren Dauer eines ausfallfreien Betriebs liegen jedoch zu wenige Informationen vor.

Die ermittelten Schwingungswerte wurden für den bevorzugten Arbeitsbereich statistisch ausgewertet, d. h. für den Bereich von 70 % bis 120 % um den optimalen Arbeitspunkt BEP. Darüber hinaus wurde die Abhängigkeit der Schwingungswerte von Förderstrom und Leistung ermittelt.

Die Datenerhebung ergab keine signifikanten Unterschiede weder zwischen starrer und nachgiebiger Aufstellung noch zwischen horizontaler und vertikaler Pumpenausrichtung, sofern an den in diesem Teil von ISO 10816 festgelegten Messorten gemessen wurde. Das stimmt nicht mit anderen Schwingungsmessnormen überein (z. B. ISO 10816-1, ISO 10816-3, ISO 13709), bei denen derartige Unterscheidungen vorgenommen werden.

Die statistische Auswertung ergab allerdings eine schwache Abhängigkeit der Schwingungswerte von der Leistungsaufnahme der Pumpen; daher wird in diesem Teil von ISO 10816 zwischen Pumpen bis und über 200 kW unterschieden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 10816 enthält Anleitungen zur Bewertung der Schwingungen von Kreiselpumpen (Strömungspumpen) mit einer Nennleistung über 1 kW für den industriellen Einsatz. In ihm sind die speziellen Anforderungen an die Bewertung der Schwingungen von nicht-rotierenden Teilen (Lagergehäuseschwingungen) festgelegt. Es werden spezielle Anleitungen zur Beurteilung der Schwingstärke an den Lagergehäusen von Kreiselpumpen am Aufstellungsort sowie zur Abnahmeprüfung im Prüfstand des Herstellers oder beim Betreiber gegeben. Darüber hinaus werden in diesem Teil von ISO 10816 auch zur Beurteilung der relativen Wellenschwingungen des umlaufenden Rotors generelle Aussagen gemacht und Anleitungen gegeben.

In diesem Teil von ISO 10816 sind Bereiche (Zonen) und Grenzwerte für die Schwingungen sowohl von horizontal als auch von vertikal ausgerichteten Pumpen unabhängig von der Nachgiebigkeit der Aufstellung festgelegt. Die allgemein gültigen Beurteilungskriterien gelten für die Betriebsüberwachung von Kreiselpumpen und für Abnahmeprüfungen¹⁾ am Einsatzort oder im Prüfstand des Herstellers, soweit vereinbart. Für Abnahmeprüfungen im Prüfstand des Herstellers werden besondere Bedingungen genannt.

Zur Überwachung der Schwingungen beim Langzeitbetrieb sind zwei Kriterien angegeben, nach denen die Maschinenschwingungen beurteilt werden. Das eine Kriterium betrachtet die Größe der gemessenen Schwingung, das andere die Änderung der Schwingungsgröße. Die Beurteilungskriterien gelten nur für diejenigen Schwingungen, die von der Pumpe selbst erzeugt werden, und nicht für Schwingungen, die aus der Umgebung auf die Pumpe übertragen werden. Die Kriterien dienen hauptsächlich der Sicherstellung eines zuverlässigen, sicheren Langzeitbetriebs der Pumpe, während gleichzeitig schädliche Auswirkungen auf angeschlossene Geräte minimiert werden. Zusätzlich werden Empfehlungen zur Festlegung von Grenzwerten für den Betrieb sowie zur Bestimmung von Alarm- und Abschaltwerten gegeben.

Wenn das Pumpenaggregat einen Elektromotor enthält (Pumpenlaufrad direkt auf der Motorwelle oder Laufradwelle starr mit der Motorwelle verbunden), gilt dieser Teil von ISO 10816 für das komplette, gekuppelte Aggregat.

Wenn der Motor nachgiebig gekuppelt ist, gilt dieser Teil von ISO 10816 nur für die Pumpe. Getrennt aufgestellte Antriebsmaschinen fallen ebenfalls nicht in den Anwendungsbereich des vorliegenden Teils von ISO 10816, sondern werden in ISO 10816-3 behandelt.

Der vorliegende Teil von ISO 10816 gilt nicht für die folgenden Pumpen:

- oszillierende und rotierende Verdrängerpumpen,
- Pumpen mit Antrieb durch Hubkolbenmotoren,
- Pumpen in Wasserkraft- und Pumpenanlagen mit einer Leistung über 1 MW (siehe dazu ISO 7919-5 und ISO 10816-5),
- Pumpen für Feststoffe oder Schlamm sowie Behälterpumpen (Tauchpumpen).

Drehschwingungen (Torsionsschwingungen) werden in diesem Teil von ISO 10816 nicht behandelt.

1) Es sei angemerkt, dass alle Einzelheiten zum Ort, Umfang und Art der Durchführung von Abnahmeprüfungen nach diesem Teil von ISO 10816 freigestellt sind und es notwendig ist, sie zwischen den beiden Vertragspartnern zu vereinbaren.

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 2954, *Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery — Requirements for instruments for measuring vibration severity*

ISO 7919-1, *Mechanical vibration of non-reciprocating machines — Measurements on rotating shafts and evaluation criteria — Part 1: General guidelines*

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

3 Messung der Schwingungen

3.1 Messgröße und Messverfahren

Die zu verwendende Messgröße für die quantitative Ermittlung der Schwingungen der nicht-rotierenden Bauteile²⁾ von Kreiselpumpen ist der Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit in mm/s. Bei Drehzahlen unter 600 min^{-1} ist es darüber hinaus erforderlich, den Spitze-Tal-Wert des Schwingwegs (Schwingungsbreite) in μm zu messen. Das anzuwendende Messverfahren ist in ISO 10816-1 festgelegt.

3.2 Messeinrichtung und Frequenzbereich

3.2.1 Allgemeines

Die Messeinrichtung muss die Anforderungen nach ISO 10816-1 erfüllen. Sie muss in der Lage sein, den Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit entsprechend den Anforderungen von ISO 2954 in einem breiten Frequenzbereich zu messen, der mindestens von 10 Hz bis 1 000 Hz reicht.

Bei Pumpen mit Betriebsdrehzahlen unter 600 min^{-1} muss die untere Grenzfrequenz der Messeinrichtung im Allgemeinen 2 Hz sein, damit die Frequenz der Schwingungskomponente bei Betriebsdrehzahl sicher innerhalb des Messfrequenzbereichs liegt. Des Weiteren muss die Messeinrichtung sowohl den Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit in mm/s als auch den Spitze-Tal-Wert des Schwingwegs in μm messen.

Da der breitbandig gemessene Spitze-Tal-Wert des Schwingwegs bei tiefen Frequenzen von stochastischen oder impulshaltigen Störungen aufgrund der Strömung stark beeinflusst werden kann, können gelegentlich höhere Werte als die üblichen auftreten, die dann z. B. mit frequenzselektiver Filterung analysiert und erläutert werden sollten. Dementsprechend wird empfohlen, die Qualität einer Pumpe anhand der beim 0,5fachen, 1fachen und 2fachen der Betriebsdrehfrequenz mit einer Filterbreite von höchstens 1 Hz gemessenen Werte des Spitze-Tal-Werts des Schwingwegs zu bewerten.

Bei sehr schnell drehenden Pumpen oder zu Diagnosezwecken (siehe z. B. ISO 13373-1, worin eine detailliertere Schwingungsanalyse festgelegt ist) kann es erforderlich sein, eine Messeinrichtung mit einem größeren Frequenzbereich zu benutzen. Üblich ist bis zum 2,5fachen des Schaufeldrehklangs, damit die Komponenten des Drehklangs ausreichend erfasst werden.

2) Zur Messung der Wellenschwingungen siehe Anhang B.