

DIN ISO 13373-5



ICS 17.160

**Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen –
Schwingungs-Zustandsüberwachung –
Teil 5: Verfahren zur Diagnostik an Ventilatoren und Gebläsen
(ISO 13373-5:2020)**

Condition monitoring and diagnostics of machines –
Vibration condition monitoring –
Part 5: Diagnostic techniques for fans and blowers (ISO 13373-5:2020)

Surveillance et diagnostic d'état des machines –
Surveillance des vibrations –
Partie 5: Techniques de diagnostic pour ventilateurs et souffleurs (ISO 13373-5:2020)

Gesamtumfang 32 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	6
Vorwort	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Messungen	10
4.1 Schwingungsmessungen	10
4.2 Messungen der Betriebsparameter der Maschine	10
5 Erstanalyse	10
6 Spezifische Analyse von Ventilatoren und Gebläsen	10
Anhang A (normativ) Systematische Vorgehensweise zur Schwingungsanalyse bei Ventilatoren und Gebläsen	11
A.1 Fehlertabelle	11
A.2 Beschreibung von Prüfungen im Zusammenhang mit Tabelle A.2	18
A.2.1 Kippfußprüfung	18
A.2.2 Lokalisierung des Loseseins anhand einer Schwingungsprüfung	18
A.2.3 ODS-Prüfung	18
A.3 Beschreibung von Fehlern im Zusammenhang mit Tabelle A.2	18
A.3.1 Übermäßiges Lagerspiel	18
Anhang B (informativ) Vorgehensweise zur Schwingungsdiagnose von Fehlern bei Ventilatoren und Gebläsen	19
Anhang C (informativ) Beispiele für Schwingungsprobleme bei Ventilatoren und Gebläsen	22
C.1 Beispiel einer Spektralanalyse	22
C.2 Beispiel für Auswuchten und Analyse der Betriebsschwingungsform (ODS)	24
C.3 Beispiel einer ODS-Analyse	27
C.4 Beispiel eines Lagerproblems	29
Literaturhinweise	32

Bilder

Bild B.1 — Flussdiagramm zur Fehlerdiagnose bei Ventilatoren und Gebläsen	20
Bild B.2 — Flussdiagramm zur Fehlerdiagnose bei Ventilatoren und Gebläsen mit Riemenantrieb	21
Bild C.1 — Spektrum auf der Motorantriebsseite	22
Bild C.2 — Getriebespektrum	23
Bild C.3 — Eigenform des Ventilators	25
Bild C.4 — Statisches Auswuchten des Ventilators	25
Bild C.5 — Spektren vor und nach dem Auswuchten mit deutlich verringerten Schwingungen	26
Bild C.6 — Vertikale Betriebsschwingungsform, die ein Schaukeln des Rahmens zeigt	27
Bild C.7 — Horizontale Betriebsschwingungsform, die ein Wanken des Rahmens zeigt	27
Bild C.8 — Schematische Darstellung der Maschine	28
Bild C.9 — ODS der Grundplatte — Horizontale Richtung	28
Bild C.10 — ODS der Grundplatte — Vertikale Richtung	29
Bild C.11 — Spektrum des antriebsseitigen Lagers	30
Bild C.12 — Spektrum des Lagers auf der nicht angetriebenen Seite	30

Tabellen

Tabelle A.1 — Fehlertabelle für Ventilatoren und Gebläse	11
Tabelle A.2 — Sichtbare Anzeichen für typische Fehler	14
Tabelle C.1 — Hochlaufprüfung des Ofenventilators	24

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 13373-5:2020 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 von DIN geführt wird, erarbeitet worden.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 001-03-05 AA (NALS/VDI C 5) „Schwingungs- und Zustandsüberwachung von Maschinen“ im DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärm-minderung und Schwingungstechnik (NALS).

ISO 13373 besteht unter dem allgemeinen Titel *Condition monitoring and diagnostics of machines — Vibration condition monitoring* aus den folgenden Teilen:

- *Part 1: General procedures*
- *Part 2: Processing, analysis and presentation of vibration data*
- *Part 3: Guidelines for vibration diagnosis*
- *Part 5: Diagnostic techniques for fans and blowers*
- *Part 7: Diagnostic techniques for machine sets in hydraulic power generating and pump-storage plants*
- *Part 9: Diagnostic techniques for electric motors*

Die folgenden Teile befinden sich in Erarbeitung oder in Vorbereitung:

- *Part 4: Diagnostic techniques for gas and steam turbines with fluid-film bearings*
- *Part 6: Diagnostic techniques for gas turbines with rolling element bearings*
- *Part 8: Diagnostic techniques for industrial pumps*
- *Part 10: Diagnostic techniques for generators*
- *Part 11: Diagnostic techniques for gearboxes*

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

ISO 7919 (all parts)	siehe	DIN ISO 7919 (alle Teile)
ISO 10816 (all parts)	siehe	DIN ISO 10816 (alle Teile)
ISO 13373-1	siehe	DIN ISO 13373-1
ISO 13373-2	siehe	DIN ISO 13373-2
ISO 13373-3:2015	siehe	DIN ISO 13373-3:2015-12
ISO 13373-9	siehe	DIN ISO 13373-9
ISO 13379-1	siehe	DIN ISO 13379-1
ISO 17359	siehe	DIN ISO 17359

ISO 20816 (all parts) siehe DIN ISO 20816 (alle Teile)

ISO 21940 (all parts) siehe DIN ISO 21940 (alle Teile)

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 7919 (alle Teile), *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an rotierenden Wellen*

DIN ISO 10816 (alle Teile), *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen*

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 13373-3:2015-12, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Schwingungs-Zustandsüberwachung — Teil 3: Anleitungen zur Schwingungsdiagnose (ISO 13373-3:2015)*

DIN ISO 13373-9, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Schwingungs-Zustandsüberwachung — Teil 9: Verfahren zur Diagnostik an Elektromotoren*

DIN ISO 13379-1, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Verfahren zur Dateninterpretation und Diagnostik — Teil 1: Allgemeine Anleitungen*

DIN ISO 17359, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Allgemeine Anleitungen*

DIN ISO 17359 Beiblatt 1, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Allgemeine Anleitungen — Beiblatt 1: Erläuterungen zu Fachbegriffen*

DIN ISO 20816 (alle Teile), *Mechanische Schwingungen — Messung und Bewertung der Schwingungen von Maschinen*

DIN ISO 21940 (alle Teile), *Mechanische Schwingungen — Auswuchten von Rotoren*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO 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 staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) 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. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe 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 erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe 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.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 13373 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Dieses Dokument legt die zu berücksichtigenden Verfahren bei der Durchführung einer Schwingungsdiagnostik an Ventilatoren und Gebläsen fest. Es ist für Fachleute der Schwingungstechnik, Ingenieure und Techniker vorgesehen und stellt nützliche Diagnostikwerkzeuge bereit. Diese Werkzeuge umfassen diagnostische Flussdiagramme, Prozesstabellen sowie Fehlertabellen. Das in diesem Dokument enthaltene Material stellt die grundlegenden, logischen und vernünftigen Schritte dar, die unternommen werden sollten, wenn Schwingungsprobleme an diesen bestimmten Maschinentypen diagnostiziert werden.

Die internationalen Normenreihen ISO 7919 (für rotierende Wellen), ISO 10816 (für nicht-rotierende Teile) und ISO 20816 (sowohl für rotierende Wellen als auch für nicht-rotierende Teile) enthalten zulässige Schwingungswerte und Zonen für verschiedene Typen und Größen von Maschinen – von neuen und gut laufenden Maschinen bis hin zu Maschinen, die Gefahr laufen, zu versagen.

ISO 13373-1 enthält die grundlegenden Verfahren für die Analyse von Schmalband-Schwingungssignalen. Sie umfasst die Arten der verwendeten Aufnehmer, ihre Bereiche und empfohlenen Anordnungen an verschiedenen Maschinentypen, Online-Schwingungsüberwachungssysteme und periodische Schwingungsüberwachungssysteme sowie potenzielle Maschinenprobleme.

ISO 13373-2 umfasst Beschreibungen der erforderlichen Signal-Anpassungseinheiten, Techniken für den Zeitbereich und den Frequenzbereich sowie Zeitsignale und Signaturen, die die geläufigsten Betriebserscheinungen oder Maschinenfehler, die bei der Durchführung einer Analyse von Schwingungssignaturen gefunden werden, darstellen.

ISO 13373-3 enthält einige Verfahren zur Bestimmung der Ursachen von Schwingungsproblemen, die an allen Arten von rotierenden Maschinen auftreten. Dies umfasst systematische Vorgehensweisen zur Beschreibung der Schwingungswirkungen, die verfügbaren Diagnostikwerkzeuge, welche Werkzeuge für bestimmte Anwendungen erforderlich sind sowie Empfehlungen, wie die Werkzeuge an unterschiedlichen Maschinentypen und Bauteilen anzuwenden sind. Jedoch schließt dies die Anwendung weiterer Diagnostiktechniken nicht aus.

ISO 17359 gibt an, dass die Diagnostik

- nach der Feststellung einer Anomalie während der Überwachung als anschließende Maßnahme begonnen werden kann oder
- von Anfang an parallel zur Überwachung durchgeführt werden kann.

Dieses Dokument berücksichtigt nur die erste Variante, nach der eine Diagnostik durchgeführt wird, nachdem eine Anomalie erkannt wurde. Darüber hinaus befasst es sich hauptsächlich mit der Anwendung von Flussdiagrammen, Prozesstabellen als Diagnostikwerkzeuge sowie Fehlertabellen, da davon ausgegangen wird, dass diese Werkzeuge am besten für die Nutzung durch Fachleute, Ingenieure und Techniker vor Ort geeignet sind.

Die Vorgehensweise mit Flussdiagrammen und diagnostischen Prozesstabellen stellt ein strukturiertes Verfahren für eine Person vor Ort dar, um einen Fehler zu diagnostizieren und seine Ursache zu finden. Dieses schrittweise Vorgehen soll der Fachkraft bei der Schwingungsdiagnostik der Maschinenanomalie anleiten, um die wahrscheinliche Ursache dieser Anomalie zu finden.

Die Fehlertabellen enthalten eine Auflistung der häufigsten Fehlerzustände an Maschinen sowie ihre Erscheinungsformen in den Schwingungsdaten. Werden sie gemeinsam mit den Flussdiagrammen verwendet, tragen die Tabellen zur Erkennung von Maschinenfehlern bei.

Bei der Untersuchung eines Maschinenproblems, das sich als hohes oder unregelmäßiges Schwingungssignal äußert, sollte die Diagnose des Problems auf gut durchdachte, systematische Weise erfolgen. Gemeinsam mit ISO 13373-3 erfüllt das vorliegende Dokument für die analysierende Person diesen Zweck durch Anleitung zur Auswahl der geeigneten Messwerkzeuge, zu Analysewerkzeugen und ihrer Verwendung sowie durch Angaben zu den empfohlenen schrittweisen Vorgehensweisen zur Problemdiagnose im Zusammenhang mit verschiedenen Typen von Ventilatoren und Gebläsen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält die zu berücksichtigenden Verfahren bei der Schwingungsdiagnostik an verschiedenen Typen von Ventilatoren und Gebläsen.

Dieses Dokument ist für die Nutzung durch Fachleute für Zustandsüberwachung, Ingenieure und Techniker vorgesehen und umfasst eine praktische und schrittweise schwingungsbasierte Vorgehensweise zur Fehlerdiagnose. Zusätzlich sind mehrere Beispiele für zahlreiche Maschinen und Bauteilarten und die entsprechenden Fehlersymptome angegeben.

Die in diesem Dokument dargestellte Vorgehensweise basiert auf etablierten bewährten Verfahren, die von erfahrenen Anwendern zusammengestellt wurden. Es wird jedoch anerkannt, dass es auch andere Ansätze geben kann. Die empfohlenen Maßnahmen für eine bestimmte Diagnose hängen von den Umständen im Einzelfall, der Zuverlässigkeit der Fehlerdiagnose (z. B.: Wurde dieselbe Diagnose zuvor für diese Maschine gestellt und war sie zutreffend?), der Erfahrung der Fachkraft, der Fehlerart und -schwere sowie von sicherheitstechnischen und kommerziellen Erwägungen ab. Es ist weder möglich noch das Ziel dieses Dokuments, Maßnahmen für alle Fälle zu empfehlen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 2041, *Mechanical vibration, shock and condition monitoring — Vocabulary*

ISO 13372, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Vocabulary*

ISO 13373-1, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Vibration condition monitoring — Part 1: General procedures*

ISO 13373-2, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Vibration condition monitoring — Part 2: Processing, analysis and presentation of vibration data*

ISO 13373-3:2015, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Vibration condition monitoring — Part 3: Guidelines for vibration diagnosis*

ISO 21940-2, *Mechanical vibration — Rotor balancing — Part 2: Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 2041, ISO 13372 und ISO 21940-2.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

4 Messungen

4.1 Schwingungsmessungen

Schwingungsmesswerte können durch die Verwendung von hauptsächlich zwei Kategorien von Aufnehmern ermittelt werden:

- berührungslos, z. B. Induktivaufnehmer, kapazitive Aufnehmer und Wirbelstromaufnehmer verwendet an rotierenden Wellen, und
- seismische Aufnehmer, z. B. Beschleunigungsaufnehmer oder Schwinggeschwindigkeitsaufnehmer verwendet an nicht-rotierenden Teilen, wie etwa am Lagergehäuse.

Zur Erleichterung der Beurteilung der nach den beschriebenen Messprinzipien ermittelten Schwingstärke gibt es Internationale Normen, insbesondere die Normenreihen ISO 7919, ISO 10816 und ISO 20816.

Beschreibungen von Aufnehmer- und Messsystemen sowie eine Festlegung von Messverfahren sind in ISO 13373-1 und ISO 13373-2 enthalten, die für die richtige Auswahl beachtet werden müssen.

4.2 Messungen der Betriebsparameter der Maschine

Die gemessenen Betriebsparameter der Maschine sind Betriebsparameter, z. B. Drehzahl, Last, Ventilatorausrichtung (vertikal oder horizontal), Befestigungsart (starre oder elastische Stützkonstruktion) und Temperatur, die sich auf die Schwingungseigenschaften der Maschine auswirken können und deshalb wichtig sind, um zu einer entsprechenden Diagnose zu gelangen. Bei einer gegebenen Maschine können diese Parameter einer Reihe von stationären und transienten Betriebsbedingungen zugeordnet werden.

5 Erstanalyse

Eine Erstanalyse muss nach ISO 13373-3:2015, Anhang A, durchgeführt werden. Diese Analyse sollte sicherheitstechnische Belange, das Vorkommen von starken Schwingungen und in diesem Fall die Schwingstärke, die Vorgeschichte, die Auswirkungen der Betriebsparameter, die Folgen des Nichteinleitens korrigierender Maßnahmen und die Notwendigkeit des Abschaltens des Ventilators umfassen. Während der Erstanalyse sollten auch weitere Faktoren berücksichtigt werden, wie die Befestigungsart, die Position im Hinblick auf weitere rotierende Maschinen, Gebäudestruktur, Umgebung usw. Siehe auch ISO 13373-3:2015, Anhänge B bis D, zu allgemeinen Fehlerzuständen aufgrund der Installation und von Lagerschäden.

6 Spezifische Analyse von Ventilatoren und Gebläsen

Dieses Dokument behandelt Angaben zur Schwingungsdiagnose für die gebräuchlichsten Typen von Ventilatoren und Gebläsen. Symptome der häufigsten Ventilator- und Gebläseschäden, die übermäßige Schwingungswerte verursachen, sind in Anhang A angegeben, der angewendet werden muss. Dieser Anhang behandelt keine Ventilator- oder Gebläseschwingungen aufgrund von Problemen an Gleitlagern oder an Wälzlagern; diese werden in ISO 13373-3:2015, Anhänge C bzw. D, behandelt.

Das in der Normenreihe ISO 13373 verwendete systematische Verfahren beinhaltet die Verwendung von Fehlertabellen und eine schrittweise Methodik zur Diagnose von Fehlern anhand von Schwingungen. Für dieses Dokument ist die zu verwendende Fehlertabelle für die Diagnose bei Ventilatoren und Gebläsen in Tabelle A.1 aufgeführt, während die Methodik zur Schwingungsdiagnose in Anhang B dargestellt ist. Beispiele für die Verwendung der Fehlertabelle und der Methodik zur Schwingungsdiagnose bei Ventilatoren und Gebläsen sind in Anhang C aufgeführt.

In ISO 14694 und ISO 14695 sowie in VDI 3839 Blatt 4 sind verschiedene Ausführungen von Ventilatoren dargestellt. Dazu gehören kupplungsgetriebene Ventilatoren und riemengetriebene Ventilatoren. Darüber hinaus werden fliegend gelagerte und mittig gelagerte Ventilatoren beschrieben. Anwendern wird empfohlen, diese Normen für verschiedene Ventilatorausführungen zu beachten.