

DIN ISO 20816-8

ICS 17.160

Ersatz für
DIN ISO 10816-8:2014-11**Mechanische Schwingungen –
Messung und Bewertung der Schwingungen von Maschinen –
Teil 8: Hubkolbenkompressoren (ISO 20816-8:2018)**

Mechanical vibration –
Measurement and evaluation of machine vibration –
Part 8: Reciprocating compressor systems (ISO 20816-8:2018)

Vibrations mécaniques –
Mesurage et évaluation des vibrations des machines –
Partie 8: Systèmes de compresseurs alternatifs (ISO 20816-8:2018)

Gesamtumfang 41 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Messungen.....	10
4.1 Messverfahren	10
4.2 Messeinrichtungen und Messgrößen	11
4.3 Messpunkte und Messrichtung.....	11
4.3.1 Messpunkte.....	11
4.3.2 Messrichtungen	16
4.4 Betriebsbedingungen.....	17
4.5 Messbericht.....	17
5 Schwingungskriterien.....	17
5.1 Messgrößen	17
5.2 Bewertungszonen.....	17
5.2.1 Allgemeines	17
5.2.2 Abnahmekriterien.....	19
5.3 Richtwerte für zulässige Gesamtschwingungen (2 Hz bis 1 000 Hz).....	19
5.3.1 Richtwerttabellen für Schwingweg, Schwinggeschwindigkeit und Schwingbeschleunigung.....	19
5.3.2 Schwingungswerte und die Auswirkung von Halterungen und Unterkonstruktionen.....	21
5.3.3 Schwingungswerte für Kompressoren horizontaler Bauart	21
5.3.4 Schwingungswerte für Kompressoren vertikaler Bauart	21
Anhang A (normativ) Anforderungen an die Angaben zu den Messungen	22
Anhang B (informativ) Kurven mit den Werten der Schwinggeschwindigkeit an den Zonengrenzen	25
Anhang C (informativ) Messung der Schwingungswerte an der Kreuzkopfführung.....	31
Anhang D (informativ) Effektivwert, Spitzenwert und Scheitelfaktor	34
Anhang E (normativ) Verbindungen mit kleinem Durchmesser (SBC)	36
Literaturhinweise.....	41

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 20816-8:2018 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 (Deutschland) geführt wird, in Zusammenarbeit mit dem ISO/TC 118 „Compressors and pneumatic tools, machines and equipment“ erarbeitet worden.

Die deutsche Mitarbeit erfolgte durch den Arbeitsausschuss NA 001-03-03 AA (NALS/VDI C 3) „Messung und Beurteilung von Maschinenschwingungen“ im DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS).

Vorausgegangener Entwurf war E DIN ISO 10816-8/A1:2017-07.

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 6708	siehe	DIN EN ISO 6708
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	siehe	DIN ISO 13373-3
ISO 20816-1	siehe	DIN ISO 20816-1

Die Deutschen Normen sind in Anhang NA aufgeführt.

ISO 20816 unter dem allgemeinen Titel *Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine vibration* besteht aus folgenden Teilen:

- *Part 1: General guidelines*^{1*)}
- *Part 2: Land-based gas turbines, steam turbines and generators in excess of 40 MW, with fluid-film bearings and rated speeds of 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min and 3 600 r/min*^{2*)}
- *Part 4: Gas turbines in excess of 3 MW, with fluid-film bearings*^{3*)}

1*) Überarbeitung und Zusammenfassung von ISO 7919-1:1996, ISO 10816-1:1995 und ISO 10816-1:1995/Amd.1:2009

2*) Überarbeitung und Zusammenfassung von ISO 7919-2:2009 und ISO 10816-2:2009

3*) Überarbeitung und Zusammenfassung von ISO 7919-4:2009 und ISO 10816-4:2009

DIN ISO 20816-8:2018-12

- *Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pump-storage plants* ^{4*)}
- *Part 8: Reciprocating compressor systems* ^{5*)}

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 10816-8:2014-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normnummer geändert;
- b) Einarbeitung der Änderung 1 mit einem Anhang, in dem Schwingungen von Verbindungen mit kleinem Durchmesser behandelt werden;
- c) zitierte Normen aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 10816-8: 2014-11

4*) Überarbeitung und Zusammenfassung von ISO 7919-5:2005 und ISO 10816-5:2000

5*) Zusammenfassung von ISO 10816-8:2014 und ISO 10816-8:2014/DAM1:2017

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6708, *Rohrleitungsteile — Definition und Auswahl von DN (Nennweite)*

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

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

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 Nenn-drehzahlen von 1 500 min⁻¹, 1 800 min⁻¹, 3 000 min⁻¹ und 3 600 min⁻¹*

DIN ISO 20816-4, *Mechanische Schwingungen — Messung und Bewertung der Schwingungen von Maschinen — Teil 4: Gasturbinen über 3 MW mit Gleitlagern*

DIN ISO 20816-5, *Mechanische Schwingungen — Messung und Bewertung der Schwingungen von Maschinen — Teil 5: Maschinensätze in Wasserkraft- und Pumpspeichieranlagen*

DIN ISO 21940-11, *Mechanische Schwingungen — Auswuchten von Rotoren — Teil 11: Verfahren und Toleranzen für Rotoren mit starrem Verhalten*

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

DIN ISO 21940-14, *Mechanische Schwingungen — Auswuchten von Rotoren — Teil 14: Verfahren zur Ermittlung von Abweichungen beim Auswuchten*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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.

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.

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* in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 118, *Compressors and pneumatic tools, machines and equipment* erarbeitet.

Diese erste Ausgabe von ISO 20816-8 ersetzt ISO 10816-8:2014, die inhaltlich überarbeitet wurde. Die wesentliche Änderung ist die Ergänzung eines Anhangs, in dem Schwingungen von Verbindungen mit kleinem Durchmesser behandelt werden.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 20816 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute findet sich unter www.iso.org/members.html.

Einleitung

ISO 20816-1 enthält die allgemeinen Anleitungen zur Bewertung der Schwingungen von Maschinen, wenn Messungen sowohl an nicht-rotierenden Teilen als auch an rotierenden Wellen ausgeführt werden. Das vorliegende Dokument legt dagegen besondere Verfahren und Anleitungen für die Messung und Klassifizierung der mechanischen Schwingungen von Hubkolbenkompressoren fest. Da die Messung von Wellenschwingungen im Allgemeinen nicht üblich ist, bezieht sich dieses Dokument auf die Schwingungen der Hauptstruktur des Kompressors, einschließlich der Unterkonstruktion, der Pulsationsdämpfer und des angeschlossenen Leitungssystems. Die für diese Schwingungen angegebenen Richtwerte sind hauptsächlich zur Klassifizierung der Schwingungen und zur Vermeidung von Problemen mit den an diesen Strukturen montierten Anbauteilen festgelegt worden. In diesem Dokument sind Empfehlungen für die Messung und für Beurteilungskriterien enthalten.

Typische Merkmale von Hubkolbenkompressoren sind die oszillierenden Massen, die zyklisch variierenden Drehmomente, die Zylinderdehnung und die pulsierenden Kräfte in den Zylindern, den Pulsationsdämpfern und dem Leitungssystem. All diese Merkmale verursachen wechselnde Belastungen an den Befestigungsstellen und dadurch Schwingungen des Kompressorsystems. Die Schwingungswerte von Hubkolbenkompressoren sind im Allgemeinen größer als bei Turbokompressoren, tendieren jedoch, da sie vor allem durch die Konstruktionsmerkmale des Kompressors bestimmt werden, dazu, über die Lebensdauer des Systems konstanter zu bleiben als bei rotierenden Maschinen.

Im Fall der Hubkolbenkompressoren können die an der Hauptstruktur des Kompressors (einschließlich der Unterkonstruktion, der Pulsationsdämpfer und des Leitungssystems) gemessenen und nach diesem Dokument quantifizierten Schwingungen nur einen groben Eindruck von den Schwingungszuständen der Bauteile in der Maschine selbst vermitteln.

Der Schaden, der auftreten kann, wenn die auf Erfahrungen mit ähnlichen Kompressorsystemen basierenden Richtwerte überschritten werden, betrifft hauptsächlich die an der Maschine montierten Bauteile (z. B. Anbauteile, Wärmetauscher, Filter, Pumpen), die Verbindungselemente zwischen dem Kompressor und den peripheren Teilen (z. B. Leitungen) oder Überwachungsinstrumente (z. B. Druckmessgeräte, Thermometer). Die Frage, ab welchen Schwingungswerten Schäden zu erwarten sind, hängt wesentlich von der Konstruktion dieser Bauteile und ihrer Befestigung ab. In einigen Fällen können spezielle Messungen an bestimmten Bauteilen des Kompressorsystems erforderlich sein, um sich zu vergewissern, dass durch die Schwingungen keine Schäden verursacht werden. Außerdem kommt es vor, dass auch bei Messwerten innerhalb des Bereichs der Richtwerte dieses Dokuments Probleme auftreten, was auf die Unterschiedlichkeit der Bauteile zurückzuführen ist, die angebracht werden können.

Örtlich auftretende Probleme durch Schwingungen, wie sie vorgenannt beschrieben werden, können durch spezifische „lokale Maßnahmen“ (z. B. Beseitigung von Resonanzen) behoben werden. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass es in den meisten Fällen möglich ist, messbare, den Schwingungszustand charakterisierende Größen zu ermitteln und entsprechende Richtwerte anzugeben. Dies zeigt, dass die messbaren Variablen und die Richtwerte für zulässige Schwingungen in den meisten Fällen eine zuverlässige Bewertung erlauben.

Wenn die nach diesem Dokument gemessenen Schwingungen die Richtwerte nicht überschreiten, ist das Auftreten eines abnormen Verschleißes der internen Kompressorbauteile durch Schwingungen unwahrscheinlich.

Die Schwingungswerte der Hubkolbenkompressoren werden nicht nur von den Eigenschaften des Kompressors selbst beeinflusst, sondern zu einem großen Teil auch von der Unterkonstruktion. Da ein Hubkolbenkompressor eine mögliche Schwingungsquelle darstellt, kann eine Schwingungsisolierung zwischen Kompressor und Unterkonstruktion erforderlich sein. Das Schwingungsverhalten der Unterkonstruktion und die Schwingungen der benachbarten Ausrüstung können beträchtliche Auswirkungen auf die Schwingungen des Kompressorsystems haben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren und Anleitungen für die Messung und Klassifizierung der mechanischen Schwingungen von Hubkolbenkompressoren fest. Die Schwingungswerte wurden in erster Linie festgelegt, um die Schwingungen des Kompressorsystems zu beurteilen und Ermüdung an den Teilen des Hubkolbenkompressorsystems zu vermeiden, also an der Unterkonstruktion, am Kompressor, an den Dämpfern sowie an den Leitungen und den Anbauteilen, die am Kompressorsystem angebracht sind. Wellenschwingungen werden nicht betrachtet.

Dieses Dokument gilt für Hubkolbenkompressoren auf starrer Unterkonstruktion mit einer typischen Nenn-drehzahl im Bereich von 120 min^{-1} bis 1800 min^{-1} . Die dargestellten, allgemeinen Bewertungskriterien beziehen sich auf Messungen im Betrieb. Anhand der Kriterien wird außerdem sichergestellt, dass die Schwingungen der Maschine keine negativen Auswirkungen auf die Anbauteile haben, die unmittelbar an der Maschine angebracht sind, wie Pulsationsdämpfer und das Leitungssystem.

ANMERKUNG Die in diesem Dokument enthaltenen allgemeinen Anleitungen können auch auf Hubkolbenkompressoren außerhalb des angegebenen Drehzahlbereichs angewandt werden; in diesem Fall können jedoch andere Bewertungskriterien gültig sein.

Die den Hubkolbenkompressor antreibende Maschine wird dagegen nach dem entsprechenden Teil von ISO 10816, ISO 20816 oder anderen für den beabsichtigten Einsatzfall relevanten Normen und Klassifizierungen bewertet. Die Antriebsmaschine ist nicht Gegenstand dieses Dokuments.

Anerkanntermaßen können die Bewertungskriterien bei der Betrachtung der Auswirkungen auf interne Maschinenbauteile möglicherweise nur begrenzt Anwendung finden. So dürfte es zum Beispiel unwahrscheinlich sein, dass Probleme im Zusammenhang mit Ventilen, Kolben und Kolbenringen bei den Messungen festgestellt werden. Die Erkennung derartiger Probleme kann Untersuchungsverfahren erforderlich machen, die außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments liegen.

Beispiele für Hubkolbenkompressoren im Anwendungsbereich dieses Dokuments sind:

- Kompressoren in horizontaler, vertikaler, V-, W- und L-Bauart,
- Kompressoren mit konstanter und regelbarer Drehzahl,
- von Elektro-, Gas- und Dieselmotoren sowie Dampfturbinen angetriebene Kompressoren, mit und ohne Getriebe, mit flexibler und starrer Kupplung,
- trockenlaufende und geschmierte Hubkolbenkompressoren.

Dieses Dokument gilt nicht für Hyperkompressoren.

Die Anleitungen sind nicht für die Zustandsüberwachung bestimmt. Die Geräuschentwicklung liegt ebenfalls außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments.

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*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 2041 und die folgenden Begriffe.

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

- ISO Online Browsing Platform: unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Kompressorsystem

Maschinenanlage, bestehend aus Unterkonstruktion, Kompressor (Kurbelgehäuse, Kreuzkopfführung, Zylinder), Pulsationsdämpfer und Leitungen

3.2

Gesamtschwingungswert

Darstellung eines Merkmals oder einer Summe von Merkmalen in Form eines einzelnen Zahlwerts, abgeleitet aus dem direkten oder bearbeiteten Zeitverlauf oder dem Frequenzspektrum eines Schwingungssignals und häufig begleitet von einem beschreibenden Text oder Indikatoren zur Spezifizierung der verwendeten Ableitungsverfahren

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Gesamtschwingungswert wird im Frequenzbereich von 2 Hz bis 1 000 Hz gemessen.

3.3

Eckfrequenz

Frequenz, die zur Umwandlung des Schwingwegs in die Schwinggeschwindigkeit und der Schwinggeschwindigkeit in die Schwingbeschleunigung bei einem sinusförmigen Signal verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Eckfrequenzen betragen 10 Hz bzw. 200 Hz.

3.4

Anbieter

Hersteller oder Beauftragter des Herstellers, der das Kompressorsystem liefert

3.5

Käufer

Institution, die den Auftrag und die Spezifikation an den Anbieter vergibt

3.6

Hauptrohrleitung

Leitung, von der die Verbindungen mit kleinem Durchmesser abgehen

Anmerkung 1 zum Begriff: Hauptrohrleitung kann sich auch auf feststehende Bauteile rotierender Maschinen und druckbeaufschlagte Vorrichtungen, wie Behälter oder Kühler, beziehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Definition des Hauptrohrleitungsdurchmessers von nicht-zylindrischen Bauteilen ist in Bild E.1 angegeben.

3.7

Verbindung mit kleinem Durchmesser

SBC (en: small bore connection)

Abzweigverbindung an Hauptrohrleitung, Behältern oder Geräten mit einem tatsächlichen Außendurchmesser von höchstens 60,3 mm oder mit einem tatsächlichen Außendurchmesser über 60,3 mm und einem *Abzweigverhältnis* (3.8) von höchstens 12 %

Anmerkung 1 zum Begriff: Jegliche Verbindung mit einem Abzweigverhältnis über 36 % ist ausgeschlossen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Verbindungsrohr mit kleinem Durchmesser erstreckt sich bis zu dem Punkt, an dem die Wirkung der Schwingungen der Hauptrohrleitung vernachlässigbar ist, was typischerweise an der ersten Stütze der Fall ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Durchmesser von Verbindungen mit kleinem Durchmesser sind in Tabelle E.1 angegeben.

3.8

Abzweigverhältnis

Verhältnis des tatsächlichen Außendurchmessers der Verbindung mit kleinem Durchmesser zum tatsächlichen Außendurchmesser der Hauptrohrleitung

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild E.1 zu einer Definition des tatsächlichen Durchmessers von nicht-zylindrischen Bauteilen (z. B. Kompressorrahmen), an das eine Verbindung mit kleinem Durchmesser angebracht ist.

4 Messungen

4.1 Messverfahren

Als primäre Messgröße ist der Gesamteffektivwert der Schwinggeschwindigkeit in mm/s festgelegt.

Falls Frequenzen unterhalb der Eckfrequenz von 10 Hz erwartet oder festgestellt werden, wird empfohlen, zusätzlich den Gesamteffektivwert des Schwingwegs in mm zu messen (außerdem ist es üblich, den Weg in Mikrometern anzugeben, wobei gilt: $1\ \mu\text{m} = 10^{-3}\ \text{mm}$).

Falls Frequenzen oberhalb der Eckfrequenz von 200 Hz erwartet oder festgestellt werden, wird empfohlen, zusätzlich den Gesamteffektivwert der Schwingbeschleunigung in m/s^2 zu messen (es ist nach wie vor üblich, wird aber nicht empfohlen, die Beschleunigung in der Einheit g anzugeben, wobei gilt: $g = 9,81\ \text{m/s}^2$).

ANMERKUNG Die Beziehung zwischen Schwingweg, Schwinggeschwindigkeit und Schwingbeschleunigung ist in B.1 angegeben.

Dementsprechend und nach ISO 20816-1 entsprechen die Abnahmekriterien auf Grundlage der Schwinggeschwindigkeit der allgemeinen Form in den Bildern B.1 bis B.10. Diese Bilder weisen die Eckfrequenzen von 10 Hz und 200 Hz aus und zeigen, dass der Richtwert der Schwinggeschwindigkeit unterhalb und oberhalb dieser Eckfrequenzen eine Funktion der Schwingungsfrequenz ist.

Alle Werte müssen innerhalb der Bereiche der in 5.3 genannten zulässigen Werte für die Gesamtschwingungen liegen.

Für jede der gemessenen Größen sollten für den Fall, dass diese die Schwingungswerte der in 5.2 definierten Zonengrenze B/C überschreitet, Spektren zur Unterstützung der Analyse und einer möglichen Korrektur gespeichert werden.

Die Schwingbeschleunigungswerte werden häufig gemessen, um eine Zustandsüberwachung der internen Kompressorbauteile durchzuführen. Dieses Dokument ist jedoch nicht zur Anwendung im Rahmen der Zustandsüberwachung bestimmt. Falls beispielsweise der Zustand der Kompressorventile überwacht werden soll, können andere Verfahren und Normen mit abweichenden Werten zur Anwendung kommen. Die in diesem Dokument angegebenen Schwingbeschleunigungswerte sollten daher lediglich als ein Kriterium zur Beurteilung der Unversehrtheit des Kompressorsystems und angeschlossener Geräte verwendet werden, z. B. der Druck- und/oder Temperaturmessaufnehmer und Ventilsteuerungen. Werden die in diesem Dokument angegebenen Beschleunigungswerte überschritten, bedeutet dies nicht automatisch, dass Korrekturmaßnahmen erforderlich sind. Die Anfälligkeit von Bauteilen gegenüber großen Beschleunigungswerten (Messgeräte, schwere Bauteile auf kleinen Gerätestützen usw.), das Vorhandensein einer wahrnehmbaren Geräuschentwicklung, Klopfgeräusche und ungewöhnliche oder plötzliche Veränderungen der Schwingungswerte sollten daher Aufmerksamkeit erzeugen und zu einer weitergehenden Analyse Anlass geben.

Außerdem entsprechen die gemessenen Beschleunigungswerte an Stellen wie den in Bildern 1 bis 5 angegebenen nicht jenen an den angeschlossenen Geräten, sondern den Werten an den Teilen des Kompressorsystems (Unterkonstruktion, Kurbelgehäuse, Zylinder, Dämpfer und Leitungen), an denen sie montiert sind.

4.2 Messeinrichtungen und Messgrößen

Kriterien für die Klassifizierung der Schwingungswerte von Hubkolbenkompressoren sind in Abschnitt 5 spezifiziert. Anerkanntermaßen sind die Haupterregungsfrequenzen bei Hubkolbenkompressoren im Allgemeinen im Bereich von 2 Hz bis 300 Hz zu finden. Jedoch wird bei Berücksichtigung des gesamten Kompressorsystems einschließlich der Anbauteile als funktionaler Teil des Kompressors üblicherweise ein Bereich zwischen 2 Hz und 1 000 Hz angewendet, um die Gesamtschwingung zu charakterisieren. Für die Anwendung dieses Dokuments muss der Schwingungs-Gesamteffektivwert die Schwingungen im gesamten Frequenzbereich zwischen 2 Hz und 1 000 Hz umfassen. Für besondere Zwecke kann zwischen Anbieter und Käufer ein anderer Bereich vereinbart werden.

Da das Gesamtschwingungssignal in der Regel viele Frequenzkomponenten enthält, besteht bei Messungen der Gesamtschwingungen keine einfache mathematische Beziehung zwischen dem Effektivwert, dem Spitzenwert oder dem Spitze-Spitze-Wert (siehe Anhang D).

Das Messsystem sollte Effektivwerte für Schwingweg, Schwinggeschwindigkeit und Schwingbeschleunigung im Bereich von 10 Hz bis 1 000 Hz mit einer Fehlergrenze von höchstens $\pm 10\%$ und im Bereich von 2 Hz bis 10 Hz mit einer Fehlergrenze von höchstens $+10\%$ und -20% ermitteln. Diese Werte können mit einem einzelnen Schwingungsaufnehmer ermittelt werden, aus dessen Signal die nicht direkt gemessenen Größen abgeleitet werden können, vorzugsweise mit einem Beschleunigungsaufnehmer, dessen Ausgangssignal für die Schwinggeschwindigkeit einmal und für den Schwingweg zweimal integriert wird. ISO 2954 enthält Anforderungen an Geräte zur Messung der Schwingstärke. Anleitungen zur Anwendung von Methoden der Signalverarbeitung und -darstellung, z. B. im Zeit- und Frequenzbereich, Fensterung und Mittelung, sind in ISO 13373-2 und ISO 18431-1 behandelt, und allgemeine Beispiele sind in ISO 18431-2 angegeben.

Bei Verbindungen mit kleinem Durchmesser muss die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Wert der Schwinggeschwindigkeit zwischen zwei Punkten gemessen werden, wie in Anhang E spezifiziert, da dies die Höchstwerte für die Schwingungsbeanspruchung festlegt. Die Richtwerte der zulässigen Gesamtschwingung basieren deshalb auf der Differenz der Schwingungszeitverläufe, die an den zwei in E.2.1 definierten Punkten gemessen wurden. Die korrekte Phase zwischen diesen zwei Punkten muss berücksichtigt werden.

Es sollte sorgfältig darauf geachtet werden, dass die Verarbeitung keine nachteiligen Auswirkungen auf die erforderliche Genauigkeit des Messsystems hat. Sowohl der Frequenzgang als auch der gemessene Schwingungswert werden von der Ankopplungsart der Schwingungsaufnehmer beeinflusst. Es ist insbesondere bei hohen Schwinggeschwindigkeiten und -frequenzen wichtig, eine gute Ankopplung des Schwingungsaufnehmers am Kompressor sicherzustellen. ISO 5348 enthält Anleitungen zur Ankopplung von Beschleunigungsaufnehmern.

ANMERKUNG Die Schwingungsrichtwerte sind nicht auf die Schwingungsmoden der Schalen von Pulsationsdämpfern und Leitungen mit großem Durchmesser anwendbar.

4.3 Messpunkte und Messrichtung

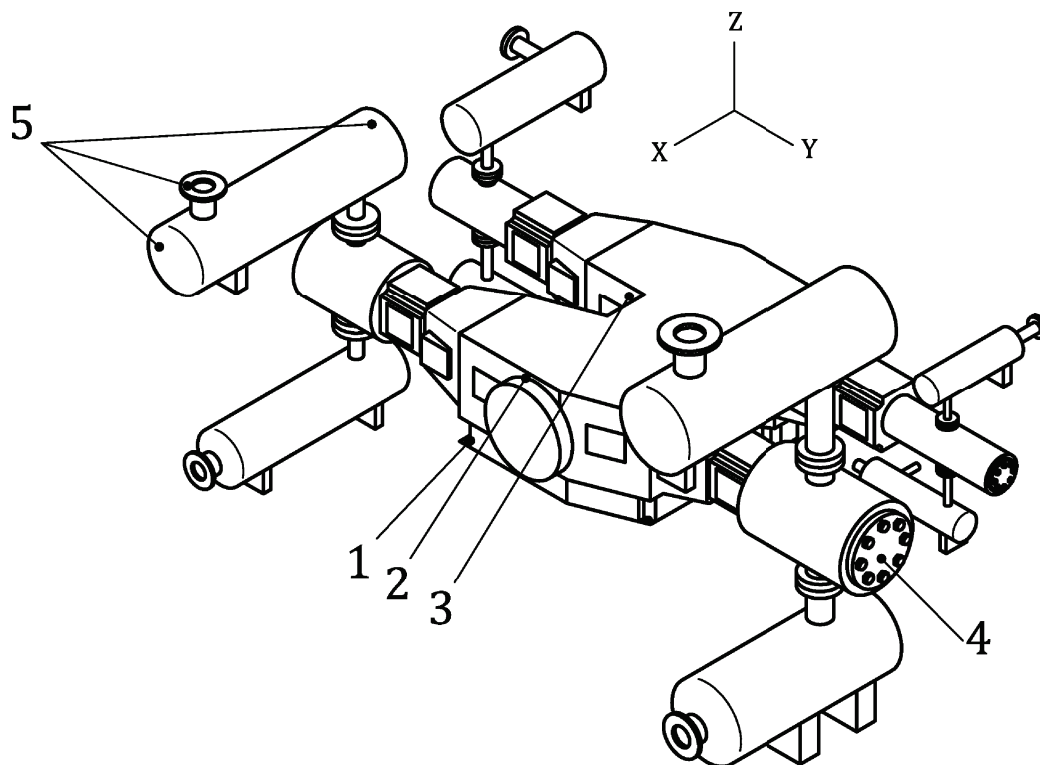
4.3.1 Messpunkte

Die Schwingungsmessungen müssen mindestens an den in den Bildern 1 bis 5 gezeigten Punkten durchgeführt werden, und zwar folgendermaßen:

- Unterkonstruktion: an allen Befestigungsstellen des Kompressorgehäuses;
- Gehäuse (oben): an jedem Eckpunkt und zwischen allen Zylindern bei einem Kompressor mit mehr als zwei Zylindern, jeweils an der Oberseite des Gehäuses;
- Zylinder (seitlich und in Hubrichtung): am starren Teil der Zylinderdeckel;

- Pulsationsbehälter: am Einlass- und/oder Auslass-Leitungsflansch und an den Behälterböden;
- Leitungen: an allen kritischen Teilen des Systems; diese sind durch Prüfung und in Abstimmung mit dem Käufer zu bestimmen;
- Verbindungen mit kleinem Durchmesser: siehe Bild E.2.

ANMERKUNG Beschleunigungsaufnehmer sind häufig zur Zustandsüberwachung der internen Teile des Kompressors an der Kreuzkopfführung angebracht. Die Schwingungen werden in der Richtung der Kraft gemessen, die vom Kreuzkopf auf diese Führung ausgeübt wird; bei einem Kompressor horizontaler Bauart ist dies die vertikale Richtung. Die Erfahrung bei Kompressoren horizontaler Bauart hat gezeigt, dass die an den Kreuzkopfführungen gemessenen Schwingungswerte zusätzlich zu den Schwingungswerten an anderen Punkten dazu genutzt werden können, die Unversehrtheit des Kompressors zu bewerten. Die Verfahren zur Messung der Schwingungswerte an der Kreuzkopfführung sind in Anhang C zusammengefasst.

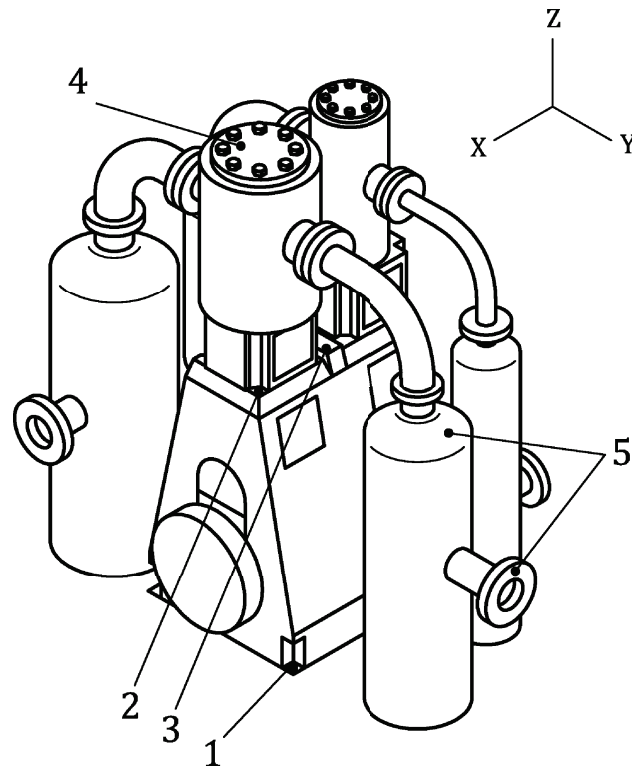


Legende

- 1 alle Befestigungsstellen des Kompressorgehäuses
- 2 jeder Gehäuse-Eckpunkt
- 3 jeder Gehäusepunkt zwischen den Zylindern
(erforderlich bei einem Kompressor mit mehr als einem Zylinder auf derselben Seite)
- 4 jeder Zylinder (an einem starren Teil des Zylinderdeckels)
- 5 Pulsationsbehälter (im Bild nur an einem Behälter gezeigt)

ANMERKUNG Die Positionen (Messpunkte) gelten für alle Ausführungen dieser Kompressorbauart (aus Gründen der Übersichtlichkeit ist für die meisten Positionen nur ein einzelner Messpunkt angegeben). Da die Leitungen mit dem Anbieter vereinbart werden, sind sie im Bild nicht dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung der Messrichtungen findet sich in 4.3.2.

Bild 1 — Messpunkte an einem Kompressor horizontaler Bauart



Legende

- 1 alle Befestigungsstellen des Kompressorgehäuses
- 2 jeder Gehäuse-Eckpunkt
- 3 jeder Gehäusepunkt zwischen den Zylindern
(erforderlich bei einem Kompressor mit mehr als einem Zylinder)
- 4 jeder Zylinder (an einem starren Teil des Zylinderdeckels)
- 5 Pulsationsbehälter (im Bild nur an einem Behälter gezeigt)

ANMERKUNG Die Positionen (Messpunkte) gelten für alle Ausführungen dieser Kompressorbauart (aus Gründen der Übersichtlichkeit ist für die meisten Positionen nur ein einzelner Messpunkt angegeben). Da die Leitungen mit dem Anbieter vereinbart werden, sind sie im Bild nicht dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung der Messrichtungen findet sich in 4.3.2.

Bild 2 — Messpunkte an einem Kompressor vertikaler Bauart