

**DIN EN 60068-2-85
(VDE 0468-2-85)**
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 19.040

Einsprüche bis 2018-08-29

Entwurf

**Umgebungseinflüsse –
Teil 2-85: Prüfverfahren –
Prüfung Fj: Schwingen, Nachbildung von Langzeitsignalen
(IEC 104/788/CDV:2018);
Deutsche und Englische Fassung prEN 60068-2-85:2018**

Environmental testing –
Part 2-85: Tests –
Test Fj: Vibration, long time history replication
(IEC 104/788/CDV:2018);
German and English version prEN 60068-2-85:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-06-29 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 37 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 60068-2-85:2018 „Umgebungseinflüsse – Teil 2-85: Prüfverfahren – Prüfung Fj: Schwingen, Nachbildung von Lanzeitsignalen“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 104/788/CDV:2018 „Environmental testing – Part 2-85: Tests – Test Fj: Vibration, long time history replication“ unverändert in den Entwurf Deutsche und Englische Fassung prEN 60068-2-85:2018 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 104 „Environmental conditions, classification and methods of test“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 131 „Umgebungsbedingungen, Klassifizierung und Prüfungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

**Umgebungseinflüsse –
Teil 2-85: Prüfverfahren –
Prüfung Fj: Schwingen, Nachbildung von Langzeitsignalen**

Inhalt

Seite

Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Anforderungen an Prüfeinrichtungen	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Grundbewegung	7
4.3 Querbewegung	7
4.4 Befestigung	8
4.5 Messsysteme	8
4.6 Untersuchung der Schwingungsantwort	8
5 Prüfschärfen	8
6 Vorbehandlung	8
7 Anfangsmessungen und Überprüfung der Funktionsfähigkeit	9
8 Prüfung	9
8.1 Allgemeines	9
8.2 Anfangsuntersuchung der Schwingungsantwort	9
8.3 Geringe Anregung für eine Angleichung vor der Prüfung	10
8.4 Funktionieren des Prüflings während der Prüfung	10
8.5 Abschließende Untersuchung der Schwingungsantwort	10
9 Erholung	11
10 Endmessung und Funktionsüberprüfung	11
11 Informationen, die in der Einzelbestimmung anzugeben sind	11
12 Erforderliche Angaben im Prüfbericht	12
Anhang A (informativ) Anleitung	13
A.1 Allgemeine Einleitung	13
A.2 Prüfanforderungen	13
A.2.1 Einzelpunktregelung	13
A.2.2 Prüfung mit regeltem Eintrag	14
A.2.3 Prüfung mit geregelter Antwort	14
A.2.4 Verifizierung von Parametern	14
A.3 Prüfverfahren	15
A.4 Geräte, die üblicherweise mit Schwingungsdämpfern eingesetzt werden	16
A.4.1 Übertragungsfaktoren für Dämpfungsglieder	16
A.4.2 Temperatureffekte	16

A.5	Prüfschärfen	16
A.6	Betriebsverhalten der zu prüfenden Geräte	16
A.7	Anfangs- und Endmessungen	16
A.8	Prüfungs-Grenzabweichungen	17
	Literaturhinweise	18

Einleitung

Dieser Teil der IEC 60068 behandelt Prüfungen mit der Replikation von Langzeit-Schwingungsverläufen für allgemeine Anwendungen an Bauteilen, Geräten und anderen Produkten, die im Folgenden als Prüflinge bezeichnet werden und die beliebigen Vibrationen ausgesetzt werden können, die nicht durch andere bestehende Verfahren der Schwingungsprüfung abgedeckt sind. Die Verfahren und Techniken in dieser Norm basieren auf der digitalen Regelung von Schwingungen im zeitlichen Verlauf. Dies lässt eine sehr flexible Definition des Schwingungs-Eingangssignals zu, um einzelnen Fällen gerecht zu werden, die in der jeweiligen Einzelbestimmung vorgegeben sein müssen.

Im Vergleich zu den meisten anderen Prüfungen basiert die Prüfung Fj auf deterministischen Techniken, und es wird von einem Zeitverlauf mit langer Dauer ausgegangen. Es gibt, außer den technischen Begrenzungen der Prüfgeräte, nahezu keine Einschränkungen der Schwingungseigenschaften. Insbesondere könnten die meisten anderen Schwingungsprüfungen mit diesem Prüfverfahren simuliert werden. Allerdings wird dazu geraten, wo anwendbar, die entsprechenden anderen Schwingungsprüfungen durchzuführen. Der Anwender wird zu weiteren Anleitungen bezüglich der Auswahl aus den verfügbaren Schwingungsprüfungen auf die IEC 60068-3-8 verwiesen.

Da das Schwingungs-Eingangssignal in dieser Prüfung durch einen in einer Datei gespeicherten, digitalen Zeitverlauf vorgeschrieben wird, gibt es keine allgemeinen Methoden zum Vergleich von zwei unterschiedlichen Prüfschärfen. Außerdem können die Schwingungs-Grenzabweichungen nicht als einzelne Maßgröße angegeben werden, da diese vom Prüfzweck abhängen. Aus diesem Grund wird betont, dass Langzeitreplikationsprüfungen immer ein hohes Maß an technischem Urteilsvermögen erfordern, und sowohl Lieferant als auch Käufer müssen sich dessen voll bewusst sein. Von Verfassern der Einzelbestimmung wird erwartet, das Prüfverfahren, den Zeitverlauf für die Prüfung und deren Schärfe entsprechend dem Prüfling und dessen Anwendung auszuwählen.

Das Prüfverfahren beruht in erster Linie auf dem Einsatz eines elektrodynamischen oder servohydraulischen Schwingungsgenerators mit einem zugehörigen Regelungssystem auf Computerbasis, das als Schwingungsprüfsystem genutzt wird.

Anhang A ist ein informativer Anhang, der eine Liste von Einzelheiten enthält, die in Spezifikationen und Anleitungen zu berücksichtigen sind.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der DIN EN 60068 zeigt, ob ein Prüfling den dynamischen Belastungen infolge der festgelegten Schwingungsprüfungsanforderungen nach Vorgabe eines Zeitverlaufs (Replikation eines Langzeitverlaufs) widersteht, ohne in seiner Funktion oder seinen strukturellen Eigenschaften mehr als hinnehmbar beeinträchtigt zu werden. Diese können entweder bei der Durchführung von Messungen aufgezeichnet oder künstlich erzeugt werden. In beiden Fällen erlaubt diese Methode die Erstellung von passgenauen Prüfungen für sehr spezielle Anwendungen.

Typische Anwendungen sind Prüfungen, in denen sehr spezifische deterministische Transienten, periodische oder zufällige Anregungen erforderlich sind und die Merkmale der Bewegung nicht durch andere Prüfnormen abgedeckt sind. Dies beinhaltet Zeitverläufe, die nicht hinreichend durch Norm-Stoßprüfungen der IEC 60068-2-27 dargestellt werden, oder eine allgemeine Beschreibung durch ein Stoßantwortspektrum wie in IEC 60068-2-81 oder periodisches Schwingen, das nicht abgebildet wird durch eine Sinuswelle wie in IEC 60068-2-6 oder rauschförmiges Schwingen, das nicht mittels Beschreibung durch die Gaußsche Verteilung von Breitband-Schwingungen der IEC 60068-2-64 abgedeckt ist. Allerdings muss der Anwender sich bewusst sein, dass die Replikation eines Langzeitverlaufs einen deterministischen Zeitverlauf nutzt. Die Simulation von rauschförmigem Schwingen jeglicher Art wird durch quasi-rauschförmiges Schwingen näherungsweise nachgebildet.

Zusätzlich sind mit diesem Prüfverfahren weitere Prüfungen mit gemischten Modi möglich, indem Zeitverläufe erzeugt werden, die Repräsentationen der erforderlichen Prüfsignale darstellen. Das schließt Prüfungen hoher Komplexität mit ein.

Der Zweck dieser Prüfungen unterscheidet sich von demjenigen der IEC 60068-2-57. Zweck der IEC 60068-2-57 ist eine Bewertung für eine transiente Schwingung eines im Wesentlichen synthetisierten Zeitverlaufs. Ein Langzeitverlauf wird in erster Linie hinsichtlich Haltbarkeit und Funktion geprüft; hierfür wird ein Zeitverlauf aus einer realen Einsatzumgebung verwendet. Dieser kann auch als Verfahren zur Anwendung eines simulierten, nicht-gaußischen Zeitverlaufs eingesetzt werden.

Die Replikation eines Langzeit-Schwingungsverlaufs kann angewandt werden, um die akkumulierten Wirkungen von Belastungen und daraus resultierende mechanische Schwächen und Einschränkungen des festgelegten Betriebsverhaltens zu erkennen. Zusammen mit der Einzelbestimmung kann die Anwendung der hier gegebenen Informationen die Eignungsbewertung der Prüflinge unterstützen.

Diese Norm gilt für Prüflinge, die sehr speziellen Schwingungen durch den Transport oder die Betriebsumgebung, beispielsweise in Flugzeugen, Raum- oder Landfahrzeugen, ausgesetzt sein können. In erster Linie betrifft sie unverpackte Prüflinge und auf Packstücke in ihren Transportbehältnissen, wenn letztere als Teil des Prüflings selbst angesehen werden können. Jedoch darf auch ein verpackter Gegenstand als Produkt angesehen werden. In diesem Fall bezieht sich der Begriff Prüfling auf den Gegenstand zusammen mit seiner Verpackung. Diese Norm kann auch zur Prüfung verpackter Produkte in Zusammenhang mit IEC 60068-2-47:2005 angewendet werden.

Falls die Prüflinge Schwingungen mit deterministischer Transiente oder periodischen Eigenschaften ausgesetzt werden, die vom Transport oder von realen Umgebungsbedingungen herrühren und die durch andere Prüfverfahren abgedeckt werden, sind diese anderen Prüfverfahren allgemein zu bevorzugen. IEC 60068-3-8:2003 beschreibt die Abschätzung der Auswirkungen von Umgebungsschwingungen auf den Prüfling und infolgedessen die Auswahl eines geeigneten Prüfverfahrens.

Obwohl diese Norm in erster Linie für elektrotechnische Prüflinge vorgesehen ist, ist ihre Anwendung nicht auf derartige Prüflinge beschränkt und darf bei Bedarf auch in anderen Bereichen eingesetzt werden (siehe [Anhang A](#)).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

IEC 60050-300, *International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument*

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-47:2005, *Environmental testing – Part 2-47: Tests – Mounting of specimens for vibration, impact and similar dynamic tests*

IEC 60068-2-64:2008, *Environmental testing – Part 2-64: Tests-Test Fh: Vibration, Broadband random and guidance*

IEC 60068-3-8:2003, *Environmental testing – Part 3-8: Supporting documentation and guidance – Selecting amongst vibration tests*

IEC 60068-5-2, *Environmental testing – Part 5-2: Guide to drafting of test methods – Terms and definitions*

IEC 60721-3 (alle Teile), *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities*

ISO 2041, *Vibration and shock – Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Die Begriffe sind allgemein in IEC 60050-300, IEC 60068-1, IEC 60068-2-6 und IEC 60068-5-2 sowie in ISO 2041 festgelegt. Falls eine Definition einer dieser Quellen hier aufgenommen wurde, werden die Quelle und gegebenenfalls Abweichungen von der Quell-Definition angegeben.

3.1

Querbewegung

Bewegung, die nicht in der Richtung der Erregung stattfindet; sie ist üblicherweise in den zwei zur Erregung senkrechten Achsen festgelegt

[QUELLE: IEC 60068-2-64:2008, 3.1]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Querbewegung sollte dicht an den Befestigungspunkten gemessen werden.

3.2

Befestigungspunkt

Teil des Prüflings, der die Aufspannvorrichtung oder den Schwingtisch an einer Stelle berührt, an der der Prüfling üblicherweise im Betrieb befestigt ist

[QUELLE: IEC 60068-2-64:2008, 3.3]

Anmerkung 1 zum Begriff: Falls die Aufspannvorrichtung ein Teil der tatsächlichen Befestigungsstruktur ist, werden die Befestigungspunkte der Befestigungsstruktur genutzt und nicht die des Prüflings.

3.3

Messpunkte

bestimmte Punkte, an denen bei Durchführung der Prüfung Daten erfasst werden

[QUELLE: IEC 60068-2-64:2008, 3.6]

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Punkte werden in drei Arten unterschieden, die in 3.4 bis 3.6 festgelegt sind.

3.4

Kontrollpunkt

Punkt an der Aufspannvorrichtung, am Schwingtisch oder am Prüfling, der so nah wie möglich an einem der Befestigungspunkte liegt und in jedem Fall fest mit ihr (ihm) verbunden ist

[QUELLE: IEC 60068-2-64:2008, 3.7, modifiziert – Anmerkungen zum Begriff wurden gelöscht.]

3.5

Regelungspunkt

aus den Kontrollpunkten ausgewählter Punkt, dessen Signal zur Steuerung der Prüfung verwendet wird, damit die Anforderungen dieser Norm erfüllt werden

[QUELLE: IEC 60068-2-64:2008, 3.8, geändert. Der Begriff „Regelungspunkt“ wurde anstelle von „Bezugspunkt (en: reference point (single-point control))“ verwendet.]

3.6

Messpunkte für die Antwort

bestimmte Punkte am Prüfling, an denen Daten für die Untersuchung der Schwingungsantwort erfasst werden

[QUELLE: IEC 60068-2-64:2008, 3.10]

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Punkte sind nicht dieselben wie Kontroll- oder Regelungspunkte.

3.7

bevorzugte Prüfachsen

drei orthogonale Achsen, die den drei anfälligsten Achsen des Prüflings entsprechen

[QUELLE: IEC 60068-2-64:2008, 3.11]

3.8

Festgelegter Zeitverlauf

Datei, die digitale, zeitlich variierende Beschleunigungswerte enthält, die im Verlauf der Prüfung repliziert werden.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der festgelegte Zeitverlauf basiert üblicherweise auf aufgezeichneten, digitalisierten Daten aus realen Anwendungen, die für die Reproduktion auf einem Rütteltisch entsprechend modifiziert (z. B. gefiltert) wurden.

3.9

Regelungs- Zeitverlauf

Zeitverlauf, der am Regelungspunkt gemessen wurde und den festgelegten Zeitverlauf simuliert

3.10

Fehler-Zeitverlauf

Differenz zwischen dem festgelegten Zeitverlauf und dem Regelungs-Zeitverlauf

3.11

Angleichung

Minimierung des Fehler-Zeitverlaufs

3.12

Effektivwert

Quadratwurzel des Mittelwerts der quadrierten Funktionswerte über dem gesamten Frequenzintervall f_1 und f_2

[QUELLE: IEC 60068-2-64:2008, 3.33, geändert – die Definition wurde vereinfacht]

3.13

Prüffrequenzbereich

Frequenzbereich zur Verwendung für die Prozesssteuerung, wie in der Einzelbestimmung angegeben

3.14

Wahrer Zeitverlauf

Zeitverlauf des auf den Prüfling wirkenden Signals

4 Anforderungen an Prüfeinrichtungen

4.1 Allgemeines

Die geforderten Eigenschaften gelten für das gesamte Schwingungsprüfsystem, das den Leistungsverstärker, den Schwingungserzeuger, die Aufspannvorrichtung, den Prüfling und das Regelungssystem umfasst.

Das genormte Prüfverfahren besteht aus der folgenden Prüffolge und muss in Richtung jeder der zueinander senkrecht stehenden Achsen des Prüflings durchgeführt werden:

- 1) Anfangsuntersuchung der Schwingungsantwort mit einer sinusförmigen oder rauschförmigen Anregung mit geringer Amplitude (siehe 0).
- 2) Replikation des Langzeitverlaufs als mechanische Belastungs- oder Beanspruchungsprüfung.
- 3) Abschließende Untersuchung der Schwingungsantwort zum Vergleich der Ergebnisse mit denen der Anfangsuntersuchung, um so ein mögliches mechanisches Versagen aufgrund einer Veränderung des dynamischen Verhaltens festzustellen (siehe 8.2 und 8.5).

Falls das dynamische Verhalten bekannt ist und nicht für wichtig gehalten wird oder wenn genügend Daten während der Prüfung bei voller Anregung gesammelt werden können, darf von der Einzelschrift keine Untersuchung der Schwingungsantwort vor und nach der Belastungsprüfung gefordert werden.

4.2 Grundbewegung

Die Einzelbestimmung muss die Grundbewegung der Befestigungspunkte des Prüflings vorgeben. Die Befestigungspunkte müssen im Wesentlichen in Phase und Amplitude identische, in Richtung der Anregung geradlinige Bewegungen haben.

4.3 Querbewegung

Falls die Einzelbestimmung es fordert, muss die Querbewegung in den beiden Querachsen überwacht werden. Dazu kann entweder vor der Prüfdurchführung eine Sinus- oder eine Rauschprüfung mit einer in der Einzelbestimmung vorgegebenen Amplitude durchgeführt werden oder die Konformitätsbewertung findet während der Prüfung unter Nutzung zusätzlicher Kanäle statt.

Die maximale Querbewegungsamplitude am Regelungspunkt darf 50 % des Werts der spezifizierten Achse nicht überschreiten. Bei Prüflingen mit großen Abmessungen oder großer Masse kann es schwierig sein, diese Anforderung zu erfüllen. In solchen Fällen muss in der Einzelbestimmung angegeben sein, welche der folgenden Anforderungen gilt:

- a) jegliche Querbewegungen, die über die oben festgelegten Grenzen hinausgehen, müssen im Prüfbericht angegeben werden;

- b) Querbewegungen, die bekanntermaßen keine Gefahr für den Prüfling darstellen, brauchen nicht überwacht zu werden.

4.4 Befestigung

Die Befestigung des Prüflings muss nach IEC 60068-2-47 durchgeführt werden.

4.5 Messsysteme

Das Messsystem muss so beschaffen sein, dass festgestellt werden kann, ob der wahre Messwert der Schwingung, wie er in der vorgegebenen Achse am Regelungspunkt gemessen wird, innerhalb der für die Prüfung geforderten Grenزابweichungen liegt.

Der Frequenzbereich für die Langzeitverlaufs-Replikation muss gegenüber der konventionellen Schwingungsprüfung auf höhere Frequenzen ausgedehnt werden.

Die Frequenzantwort des gesamten Messsystems, das den Messfühler, den Signalumformer sowie die Datenerfassungs- und Verarbeitungseinrichtungen umfasst, besitzt eine signifikante Auswirkung auf die Genauigkeit der Messungen. Die Frequenzantwort des Messsystems darf im Prüffrequenzbereich um höchstens $\pm 5\%$ vom ebenen Verlauf abweichen. Außerhalb dieses Bereichs muss jede weitere Abweichung im Prüfbericht angegeben werden.

4.6 Untersuchung der Schwingungsantwort

Die Untersuchung der Schwingungsantwort ist eine passende und genaue Methode zur Bewertung der Auswirkungen der Schwingungsprüfung, siehe IEC 60068-3-8. Zielsetzung, Zweck und Vorgehensweise bei der Untersuchung der Schwingungsantwort und die Vorteile sind in IEC 60068-3-8 beschrieben. Die Anforderungen an die sinusförmige Anregung sind in IEC 60068-2-6 und die an die rauschförmige Anregung in IEC 60068-2-64 angegeben.

Bei sinusförmiger Anregung sollte bedacht werden, dass die Resonanzfrequenz im Fall nichtlinearen Verhaltens in Abhängigkeit von der Richtung der Frequenzänderung beim Frequenzdurchlauf variiert. Bei rauschförmiger Anregung können Nichtlinearitäten das Resonanzverhalten beeinflussen. Für sinusförmige und rauschförmige Anregung kann die Verstärkung im Resonanzfall von der Amplitude der Anregung abhängen.

Für die Untersuchung der Schwingungsantwort von Prüflingen oder Packstücken unbekannten Typs kann es notwendig sein, verschiedene Signale zu messen, beispielsweise die Antriebskraft oder die Geschwindigkeit. Falls in der Einzelbestimmung festgelegt, muss zum Beispiel die mechanische Impedanz des Prüflings vor und nach dem Test berechnet werden.

ANMERKUNG Mechanische Impedanz und andere ähnliche Begriffe sind in ISO 2041 festgelegt.

5 Prüfschärfen

Die Parameter für diese Prüfung müssen für Sinn und Zweck ihrer Durchführung abgestimmt sein und auf den Bedingungen, denen die Geräte im Betrieb wahrscheinlich ausgesetzt sind, beruhen. Prüfungen mit Zeitverläufen beruhen üblicherweise auf Messdaten, die von betrieblichen Bedingungen und betrieblichem Einsatz herrühren. Der Zeitverlauf darf so bearbeitet werden, dass er sich für das System handhaben lässt. Die Prüfparameter enthalten gegebenenfalls die Anzahl der Wiederholungen des Zeitverlaufs.

6 Vorbehandlung

Sieht die Einzelbestimmung eine Vorbehandlung vor, sind die Bedingungen dort anzugeben.

7 Anfangsmessungen und Überprüfung der Funktionsfähigkeit

Der Prüfling muss Sicht-, Maß- und Funktionsprüfungen und sämtlichen anderen in der Einzelbestimmung vorgegebenen Prüfungen unterzogen werden.

8 Prüfung

8.1 Allgemeines

Die Prüfung muss entsprechend der in der Einzelbestimmung vorgegebenen Prüffolge durchgeführt werden. Die verschiedenen Schritte sind wie folgt:

- Anfangsuntersuchung der Schwingungsantwort, falls vorgegeben;
- geringe Anregung zum Ausgleich, bevor zur Prüfung mit vollem Schärfegrad übergegangen wird;
- Replikation eines Langzeitverlaufs;
- abschließende Untersuchung der Schwingungsantwort, falls vorgegeben.

Falls in der Einzelbestimmung nicht anders angegeben, muss der Prüfling in Richtung jeder der bevorzugten Prüfachsen nacheinander angeregt werden. Falls in der Einzelbestimmung nicht anders vorgegeben, ist die Prüfreihefolge dieser Achsen unerheblich. Ist der Prüfling empfindlich für die Schwerkraft, wie z. B. ein Quecksilber-Neigungsschalter, so darf die Schwingung nur in der üblichen Betriebseinbaulage angelegt werden und muss von der Einzelvorschrift vorgegeben sein.

Besondere Beachtung erfordern die Fälle, in denen ein Prüfling, der bestimmungsgemäß mit Schwingungsdämpfern eingesetzt wird, ohne diese geprüft werden muss. Siehe [A.3](#) und [A.4](#). Siehe auch IEC 60068-2-47.

8.2 Anfangsuntersuchung der Schwingungsantwort

Die Einzelbestimmung kann für jede Prüfachse eine Untersuchung der Schwingungsantwort vor oder auch vor und nach der Prüfung mit Langzeitverlauf vorgeben.

Falls von der Einzelbestimmung vorgegeben, muss die dynamische Antwort mindestens eines Punkts am Prüfling im festgelegten Frequenzbereich untersucht werden. Die Anzahl und die Lage der Messpunkte für die Antwort müssen in der Einzelbestimmung eindeutig festgelegt sein. Die Schwingungsantwort darf mit sinusförmigen oder rauschförmigen Schwingungen im Prüffrequenzbereich und mit einer Prüfamplitude, wie sie die Einzelbestimmung vorgibt, untersucht werden. Die Anregung für ein sinusförmiges Schwingen erfolgt nach [IEC 60068-2-6](#) und die Anregung für ein rauschförmiges Schwingen nach [IEC 60068-2-64](#). Zu weitere Informationen und Vor- bzw. Nachteilen eines jeden Verfahrens siehe auch IEC 60068-3-8.

Für die Untersuchung der Antwort muss eine Prüfamplitude ausgewählt werden, bei der die Antwort des Prüflings unterhalb der Antwort bei der der Prüfung mit Replikation eines Langzeitverlaufs bleibt, die aber zur Ermittlung kritischer Frequenzen ausreicht.

Falls sinusförmige Schwingungen angewendet werden, muss wenigstens ein Frequenzdurchlauf-Zyklus über den gesamten vorgegebenen Prüffrequenzbereich durchgeführt werden. Dabei darf die Beschleunigungsamplitude $\leq 10 \text{ m/s}^2$ und die Verschiebungsamplitude $\pm 1 \text{ mm}$ nicht überschreiten, wobei der niedrigere Wert von beiden anzuwenden ist. Die Schwingungsamplitude muss so angepasst werden, dass keine höhere Beanspruchung des Prüflings als während der Replikation eines Langzeitverlaufs auftritt. Zur Bestimmung der Frequenzen und Amplituden von Resonanzen muss eine Durchlaufgeschwindigkeit von 1 Oktave je Minute angewendet werden. Falls die Gefahr besteht, dass die Struktur zu voller Resonanz angeregt wird, darf auch eine schnellere Durchlaufgeschwindigkeit angewendet werden, um einen Anhaltspunkt über die Frequenzen und relative Amplituden der Resonanzstellen im betrachteten Frequenzband zu erhalten. Untersuchungen mit niedrigerer Durchlaufgeschwindigkeit oder ein Hin- und Herfahren der Frequenz um eine bekannte Resonanzfrequenz herum können notwendig werden, sie müssen jedoch auf die zum Erreichen der Ergebnisse notwendige Mindestdauer beschränkt werden. Unnötige Verweilzeit ist zu vermeiden. Die Schwingungsamplitude darf verändert werden, falls notwendig.

Die Untersuchung der Antwort bei rauschförmiger Anregung muss mit der Maßgabe erfolgen, dass die Prüfdauer ausreichen muss, um die stochastischen Schwankungen der Antwort so gering wie möglich zu halten. Über den vorgegebenen Prüffrequenzbereich muss eine Prüfung der Antwort auf rauschartige Schwingungen durchgeführt werden. Bei der niedrigsten Resonanzfrequenz müssen mindestens fünf Spektrallinien in der -3 dB-Bandbreite der Resonanzspitze liegen.

Wenn rauschartige Anregung verwendet wird, muss der Effektivwert der Beschleunigung so gewählt werden, dass die Beanspruchung des Prüflings höchstens 25 % über der aus der Replikation eines Langzeitverlaufs liegt. Die Dauer muss so kurz wie möglich sein, aber wenigstens lang genug, um eine Analyse mit 120 statistischen Freiheitsgraden (en: degrees of freedom (DOF)) zuzulassen. Falls die Resonanzantwort während der Prüfung mit voller Anregung beobachtet werden kann und periodisch aufgezeichnet wird, ist eine gesonderte Resonanzsuche nicht erforderlich.

Falls in der Einzelbestimmung gefordert, muss sich der Prüfling bei dieser Untersuchung im Betriebszustand befinden. Wo aufgrund des Betriebs des Prüflings die mechanischen Schwingungskennwerte nicht beurteilt werden können, muss eine zusätzliche Untersuchung der Schwingungsantwort im stillgelegten Zustand des Prüflings durchgeführt werden. Um die kritischen Frequenzen, die dann im Prüfbericht anzugeben sind, zu ermitteln, muss der Prüfling in diesem Zustand überprüft werden.

8.3 Geringe Anregung für eine Angleichung vor der Prüfung

Vor der Replikation eines Langzeitverlaufs mit einer festgelegten Amplitude kann zum Angleichen des Signals und zur einleitenden Analyse eine vorbereitende Anregung des tatsächlichen Prüflings mit geringeren Amplituden erforderlich sein. Es ist wichtig, dass auf dieser Stufe das angelegte Beschleunigungsniveau so gering wie möglich gehalten wird.

Die zulässige Dauer der vorbereitenden Anregung beträgt:

- unter -12 dB des festgelegten Niveaus: keine Zeitbegrenzung;
- von -12 dB bis -6 dB des festgelegten Niveaus: höchstens das 1,5-fache der festgelegten Prüfdauer;
- Zwischen -6 dB und 0 dB des festgelegten Niveaus: höchstens 50 % der festgelegten Prüfdauer.
- Die Dauer der vorbereitenden Anregung über -6 dB muss absolut minimal gehalten werden. Allerdings kann die mögliche Komplexität des Zeitverlaufs eine vorbereitende Anregung über längere Zeiten erfordern. Die Parameter dieses Verfahrens müssen aufgezeichnet und im Prüfbericht wiedergeben werden.
- Die Einzelbestimmung muss festlegen, ob die Dauer der vorbereitenden Anregung von der vorgegebenen Prüfdauer abgezogen werden sollte.

8.4 Funktionieren des Prüflings während der Prüfung

Falls von der Einzelbestimmung vorgegeben, muss der Prüfling während eines vorgegebenen Zeitabschnitts der Prüfung funktionieren und seine Leistungsverhalten muss überprüft werden.

8.5 Abschließende Untersuchung der Schwingungsantwort

Falls in der Einzelbestimmung eine Anfangsuntersuchung der Schwingungsantwort vorgegeben ist, darf sie auch eine zusätzliche Untersuchung der Schwingungsantwort am Ende der Langzeitverlaufs-Prüfung fordern, damit festgestellt werden kann, ob seit der Anfangsuntersuchung der Schwingungsantwort Änderungen oder Ausfälle aufgetreten sind. Die abschließende Untersuchung der Schwingungsantwort muss dann in der gleichen Weise, an den gleichen Messpunkten für die Antwort und mit den gleichen Parametern erfolgen wie die Anfangsuntersuchung der Schwingungsantwort. Leitlinien zur Auswertung von Veränderungen in der Schwingungsantwort, z. B. einer Veränderung der kritischen Frequenzen, sind in IEC 60068-3-8 enthalten. In der Einzelbestimmung muss angegeben sein, welche Maßnahme erfolgen muss, falls bei den beiden Untersuchungen unterschiedliche Ergebnisse erhalten werden.