

	DIN IEC 61373 (VDE 0115-106)	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 17.160; 45.060.01 Einsprüche bis 2007-04-30 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 61373 (VDE 0115-106):1999-11 Entwurf Bahnanwendungen – Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen – Prüfungen für Schwingen und Schocken (IEC 9/1012A/CD:2006) Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests (IEC 9/1012A/CD:2006) Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations (CEI 9/1012A/CD:2006) Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 38 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

– Entwurf –

E DIN IEC 61373 (VDE 0115-106):2007-03

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 9/1012A/CD:2006 „Railway applications – Rolling stock equipment - Shock and vibration tests“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine autorisierte deutsche Übersetzung.

Das internationale Dokument wurde vom TC 9 „Electrical equipment and systems for railways“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die 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. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium AK 351.0.5 „Isolationskoordination und Umgebungsbedingungen“ im UK 351.1 „Fahrzeuge“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61373 (VDE 0115-106):1999-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Begriffe wurden eingeführt.
- b) Bei den Lebensdauerprüfungen (Bilder 1 bis 4) wurden die ASD-Werte verringert.
- c) Abschnitt A.4 „Verfahren zur Gewinnung von rauschförmigen Prüfpegeln aus den erfassten Betriebsdaten“ wurde überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60068-2-27:1993	IEC 60068-2-27:1987	DIN EN 60068-2-27:1995-03	—
EN 60068-2-47:1993 zurückgezogen ersetzt durch: EN 60068-2-47:2005	IEC 60068-2-47:1982 zurückgezogen ersetzt durch: IEC 60068-2-47:2005	DIN EN 60068-2-47:1995-03 zurückgezogen ersetzt durch: DIN EN 60068-2-47:2006-03	—
EN 60068-2-64:1994	IEC 60068-2-64:1993 + Corr. 1993	DIN EN 60068-2-64:1995-08	—

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60068-2-27:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken* (IEC 60068-2-27:1987); Deutsche Fassung EN 60068-2-27:1993.

DIN EN 60068-2-47:2006-03, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-47: Prüfverfahren – Befestigung von Prüflingen für Schwing-, Stoß- und ähnliche dynamische Prüfungen* (IEC 60068-2-47:2005); Deutsche Fassung EN 60068-2-47:2005.

DIN EN 60068-2-64:1995-08, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfverfahren – Prüfung Fh: Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt) und Leitfaden* (IEC 60068-2-64:1993 + Berichtigung 1993); Deutsche Fassung EN 60068-2-64:1994.

– Entwurf –

E DIN IEC 61373 (VDE 0115-106):2007-03

Bahnanwendungen – Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen – Prüfungen für Schwingen und Schocken

Inhalt

	Seite
Einführung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Allgemeines	9
5 Reihenfolge der Prüfungen	10
6 Von der Prüfstelle geforderte Bezugsangaben	10
6.1 Befestigungsverfahren und Orientierung der zu prüfenden Betriebsmittel	11
6.2 Bezugs- und Regelpunkte	11
6.2.1 Befestigungspunkt	11
6.2.2 Regelpunkt	11
6.2.3 Bezugspunkt	11
6.2.4 Antwortpunkt (Messpunkte)	12
6.3 Mechanischer Zustand und Funktionsweise während der Prüfung	12
6.3.1 Mechanischer Zustand	12
6.3.2 Funktionsprüfungen	12
6.3.3 Prüfungen des Betriebsverhaltens	12
6.4 Wiederholpräzision von Prüfungen mit rauschförmigem Schwingen	13
6.4.1 Spektrale Beschleunigungsdichte	13
6.4.2 Effektivwert (RMS)	13
6.4.3 Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion	13
6.4.4 Dauer	13
6.5 Messtoleranzen	13
6.6 Nachbehandlung	13
7 Anfangsmessungen und Vorbehandlung	13
8 Bedingungen für die Funktionsprüfung mit rauschförmigem Schwingen	14
8.1 Prüfschärfegrad und Frequenzbereich	14
8.2 Dauer der Funktionsprüfung mit rauschförmigem Schwingen	15
8.3 Funktion während der Prüfung	15
9 Simulierte Lebensdauerprüfung durch erhöhte Pegel des rauschförmigen Schwingens	15
9.1 Prüfschärfegrad und Frequenzbereich	15
9.2 Dauer der beschleunigten Schwingungsprüfung	15
10 Bedingungen für die Schockprüfung	16
10.1 Impulsform und zulässige Abweichungen	16
10.2 Befestigung	16
10.3 Folgefrequenz	16

	Seite
10.4 Prüfschärfegrade, Impulsform und -richtung	16
10.5 Anzahl der Schocks	17
10.6 Funktion während der Prüfung	17
11 Transport und Handhabung	17
12 Endmessungen	17
13 Annahmekriterien	18
14 Prüfbericht	18
15 Zertifizierung	18
16 Überholung	19
Anhang A (informativ) Erläuterungen zu Betriebsmessungen, Messstellen, Verfahren zur Aufzeichnung von Betriebsdaten und zur Zusammenfassung von Betriebsdaten sowie zu Verfahren zur Gewinnung rauschförmiger Prüfpegel aus erfassten Betriebsdaten	25
Anhang B (informativ) Richtlinie für die Ableitung von Konstruktionswerten aus den Prüfdaten für rauschförmiges Schwingen	31
Anhang C (informativ) Allgemeine Lage der Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen und die sich daraus ergebenden Prüfkategorien	37
Anhang D (informativ) Beispiel für ein Typprüfzertifikat	38

Einführung

Die vorliegende Norm enthält die Anforderungen für Prüfungen mit rauschförmigem Schwingen und für Schockprüfungen von mechanischen, pneumatischen, elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln und Bauteilen (nachfolgend nur Betriebsmittel genannt), die in Bahnfahrzeugen eingebaut sind. Rauschförmiges Schwingen ist das einzige Verfahren, das zur Zulassung von Betriebsmitteln/Bauteilen angewendet wird.

Die Prüfungen in dieser Norm beziehen sich speziell auf den Nachweis der Fähigkeit des zu prüfenden Betriebsmittels, den Schwingungszuständen der Umgebung standzuhalten, die normalerweise für Bahnfahrzeuge zu erwarten sind. Um die bestmöglichen Ergebnisse zu erreichen, wurden die in dieser Norm angeführten Werte von tatsächlichen Betriebsmessungen abgeleitet, die von verschiedenen Bahngesellschaften auf der ganzen Welt übermittelt wurden.

Diese Norm schließt selbsterzeugte Schwingungen aus, da diese spezifisch für die jeweilige Anwendung sind.

Bei der Anwendung und Auslegung dieser Norm ist technisches Urteilsvermögen und Erfahrung erforderlich.

Diese Norm ist für Konstruktions- und Validierungszwecke geeignet, sie schließt jedoch die Anwendung anderer Entwicklungswerkzeuge (wie z. B. eine sinusförmige Anregung) nicht aus, mit denen ein vorher festgelegter Grad von mechanischer und betriebsmäßiger Verlässlichkeit sichergestellt wird. Um die Übereinstimmung der Konstruktion eines Produktes mit der vorliegenden Norm zu unterstützen, ist im Anhang B ein Leitfaden angegeben, der einen Vergleich mit alternativen Konstruktionsverfahren zulässt.

Die für das zu prüfende Betriebsmittel zutreffenden Prüfpegel werden nur durch dessen Lage im Schienenfahrzeug bestimmt (d. h. am Radsatz, am Drehgestell oder im Fahrzeugkasten montiert).

Es sollte beachtet werden, dass diese Prüfungen an Prototypen durchgeführt werden dürfen, um konstruktionsbezogene Informationen über das Betriebsverhalten bei rauschförmigem Schwingen zu erhalten. Für Zertifizierungszwecke müssen die Prüfungen jedoch an Betriebsmitteln durchgeführt werden, die der normalen Produktion entnommen wurden.

1 Anwendungsbereich

Diese internationale Norm legt die Anforderungen für die Prüfung von Betriebsmitteln fest, die zum Einsatz auf Bahnfahrzeugen vorgesehen sind, welche anschließend Schwingungen und Stößen ausgesetzt sind, wie sie im Bahnbetrieb üblich sind. Um sicher zu sein, dass die Qualität des Betriebsmittels annehmbar ist, muss es Prüfungen von vernünftiger Dauer überstehen, welche die Betriebsbedingungen während seiner zu erwartenden Lebensdauer nachbilden.

Simulierte Lebensdauerprüfungen können nach einer Anzahl von Verfahren durchgeführt werden, von denen jedes seine eigenen Vor- und Nachteile hat. Die folgenden Verfahren sind die üblichsten:

- a) Verstärkung: dabei werden die Amplituden vergrößert und die Zeitbasis verringert;
- b) Zeitraffung: dabei werden der Amplitudenablauf beibehalten und die Zeitbasis verringert;
- c) Dezimierung: dabei werden jene Zeitscheiben der aufgezeichneten Daten entfernt, deren Amplituden unterhalb eines festgelegten Schwellwertes liegen.

In dieser Norm wird das Verstärkungsverfahren, wie unter a) angegeben, verwendet, zusammen mit den IEC-Publikationen, auf die im Abschnitt 2 verwiesen wird. Es wird das Prüfverfahren definiert, das bei Schwingungsprüfungen an Betriebsmitteln zum Einsatz auf Bahnfahrzeugen zu befolgen ist. Bei vorheriger Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunde dürfen jedoch andere vorhandene Normen angewendet werden. In solchen Fällen gilt die Zertifizierung nach dieser Norm nicht. Wo Betriebsangaben zur Verfügung stehen, kann ein Vergleich mit der vorliegenden Norm durchgeführt werden, wobei das im Anhang A angegebene Verfahren angewendet wird.

Obwohl diese Norm hauptsächlich für Bahnfahrzeuge auf festen Schienennetzen zutrifft, ist eine weitergehende Anwendung nicht ausgeschlossen. Bei Bahnsystemen mit Luftreifen oder anderen Transportsystemen, wie z. B. Oberleitungsbussen, unterscheiden sich die Schwingungs- und Schockpegel erheblich von denen, die auf festen Stahlschienen erzielt werden. In diesem Fall können Lieferant und Kunde bei Vertragsabschluss die Prüfpegel vereinbaren. Es wird empfohlen, Frequenzspektren und Dauer sowie Amplituden von Schocks entsprechend den Richtlinien im Anhang A festzulegen. Geräte, die mit Pegeln geprüft wurden, die jenseits der in dieser Norm angegebenen Pegel liegen, können nicht als den Anforderungen dieser Norm entsprechend zertifiziert werden.

Ein Beispiel dafür sind Oberleitungsbusse, wobei am Fahrzeugkasten angebaute Betriebsmittel nach den Anforderungen für Betriebsmittel der Kategorie 1 dieser Norm geprüft werden könnten.

Diese Norm gilt für die Prüfung in Richtung einer Achse. Prüfungen in Richtung mehrerer Achsen liegen außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm.

Die in dieser Norm angegebenen Prüfwerte sind in drei Kategorien unterteilt, die nur vom Einbauort des Betriebsmittels im Fahrzeug abhängen.

Kategorie 1 am Fahrzeugkasten angebaut

Klasse A Kästen, Unterbaugruppen, Betriebsmittel und Bauteile, die direkt auf oder unter dem Fahrzeugkasten angebaut sind

Klasse B alle Teile, die innerhalb eines Betriebsgehäuses angebracht sind, das wiederum auf oder unter dem Fahrzeugkasten angebaut ist

ANMERKUNG Die Klasse B sollte angewendet werden, wenn nicht eindeutig ist, wo das Betriebsmittel eingebaut wird.

Kategorie 2 am Drehgestell angebaut

Kästen, Unterbaugruppen, Betriebsmittel und Bauteile, die am Drehgestell eines Bahnfahrzeuges angebaut sind

Kategorie 3 am Radsatz angebaut

Unterbaugruppen, Betriebsmittel und Bauteile oder Baugruppen, die an die Radsatzbaugruppe eines Bahnfahrzeuges angebaut werden

E DIN IEC 61373 (VDE 0115-106):2007-03

ANMERKUNG Wenn in der Ausschreibung nicht anders vereinbart, werden Betriebsmittel, die auf Fahrzeugen mit einstufiger Federung wie Waggonen oder Untergestellen eingesetzt werden, wie folgt geprüft: am Radsatz angebaute Betriebsmittel entsprechend Kategorie 3, alle anderen Betriebsmittel entsprechend Kategorie 2.

Die Kosten der Prüfung werden durch das Gewicht, die Form und Komplexität des zu prüfenden Betriebsmittels beeinflusst. Demzufolge darf der Lieferant zum Zeitpunkt der Ausschreibung ein kosteneffektiveres Verfahren zum Nachweis der Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm vorschlagen. Wo alternative Verfahren vereinbart werden, liegt es in der Verantwortung des Lieferanten, seinem Kunden oder dessen Vertreter nachzuweisen, dass das Ziel dieser Norm erfüllt wurde. Wenn ein alternatives Bewertungsverfahren vereinbart wurde, kann das geprüfte Betriebsmittel nicht nach den Anforderungen dieser Norm zertifiziert werden.

Diese Norm ist zur Bewertung von Betriebsmitteln vorgesehen, die an der Hauptkonstruktion des Fahrzeuges (und/oder an Bauteilen, die daran angebaut sind) befestigt sind. Sie ist nicht zur Prüfung von Betriebsmitteln vorgesehen, die einen Teil der Hauptkonstruktion bilden. Es gibt eine Anzahl von Fällen, wo vom Kunden zusätzliche oder spezielle Schwingungsprüfungen gewünscht werden, z. B.:

- a) Betriebsmittel, die an Teilen angebaut oder mit diesen verbunden sind, von denen bekannt ist, dass sie eine Anregung mit fester Frequenz erzeugen;
- b) Betriebsmittel, wie beispielsweise Fahrmotoren, Stromabnehmer, Schienenstromabnehmer, Federungselemente und mechanische Teile, die der Übertragung von Kräften und/oder Drehmomenten dienen, können Prüfungen unterzogen werden, die ihren besonderen Beanspruchungen beim Einsatz in Bahnfahrzeugen entsprechen. In allen solchen Fällen sollten die auszuführenden Prüfungen Gegenstand einer gesonderten Vereinbarung im Vertragsstadium sein;
- c) Betriebsmittel, die für den Einsatz in einer durch den Kunden festgelegten besonderen Arbeitsumgebung vorgesehen sind.

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).

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*.

IEC 60068-2-47:1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Mounting of components, equipment and other articles for dynamic tests including shock (Ea), bump (Eb), vibration (Fc and Fd) and steady state acceleration (Ga) and guidance*.

IEC 60068-2-64:1993, *Environmental testing – Part 2: Test methods – Test Fh: Vibration, broadband random (digital control) and guidance*.

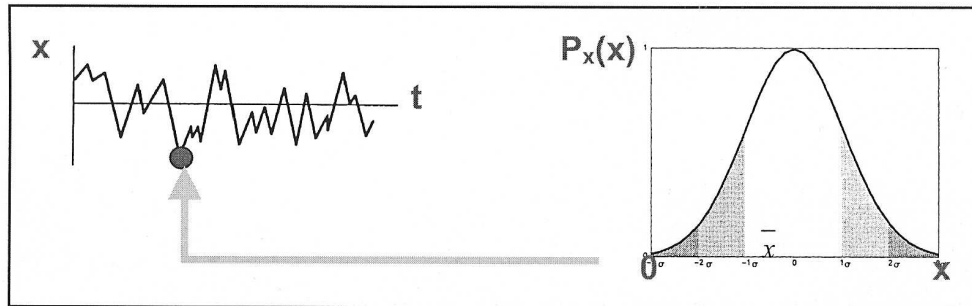
3 Begriffe

3.1

rauschförmiges Schwingen

rauschförmiges Schwingen sind Schwingungen mit nicht vorhersagbaren Momentanwerten. Sie können jedoch statistisch vorausberechnet werden (Normalverteilungsgesetz).

$$P_x(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$



^{N1} Darstellung der spektralen Leistungsdichte

Nach dem angegebenen Bild entspricht die Wahrscheinlichkeit, dass der Momentanwert der Beschleunigung zwischen $\pm a$ liegt, dem Bereich unter der Kurve der Wahrscheinlichkeitsdichte $P_x(X)$. Das heißt, dass der Momentanwert der Beschleunigung zwischen:

- 0 und 1σ 68,3 % der Zeit einnimmt;
- 1σ und 2σ 27,1 % der Zeit einnimmt;
- 2σ und 3σ 4,33 % der Zeit einnimmt.

3.2

spektrale Beschleunigungsdichte und spektrale Leistungsdichte

die spektrale Leistungsdichte (power spectral density, PSD) gibt die Frequenzverteilung der Energie im analysierten Signal wieder. Jedes Signal kann mit einem Spektralanalysator in eine Summe von Elementarsignalen mit der Frequenz i zerlegt werden. Da die verwendete Variable die Beschleunigung ist, wird sie in diesem Fall als spektrale Beschleunigungsdichte (acceleration spectral density, ASD) bezeichnet.

3.3

Bauteile

Bauteile sind pneumatische, elektrische oder elektronische Teile innerhalb eines Kastens

3.4

Kästen

ein Kasten ist das ganze Betriebsmittel mit mechanischen Teilen und vor allem dem inneren Aufbau (z. B. Stromrichter, Fahrmotor, Wechselrichter ...), der sich aus den im Inneren montierten Bauteilen zusammensetzt.

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in IEC 60068-2-64 angegebenen Begriffe.

4 Allgemeines

Diese Norm dient dem Aufdecken von Schwachstellen bzw. Mängeln, die zu Problemstellen im Betrieb unter den Umgebungsbedingungen des Bahnbetriebes führen können, von dem bekannt ist, dass Schwingungen und Stöße auftreten. Sie zielt nicht auf eine vollständige Lebensdauerprüfung. Die Prüfbedingungen bieten jedoch einen angemessenen Vertrauensbereich dafür, dass das Betriebsmittel die festgelegte Lebensdauer unter Betriebsbedingungen überstehen wird.

Übereinstimmung mit dieser Norm ist erreicht, wenn die Kriterien von Abschnitt 13 erfüllt sind.

Die in dieser Norm angeführten Prüfpegel wurden aus einer Felddatenerfassung abgeleitet, auf die im Anhang A Bezug genommen wird. Die Angaben wurden von Organisationen vorgelegt, die für das Erfassen von umweltbedingten Schwingungspegeln unter Betriebsbedingungen zuständig sind.

^{N1} Nationale Fußnote: Bildnummer fehlt.

– Entwurf –

E DIN IEC 61373 (VDE 0115-106):2007-03

Die folgenden Prüfungen sind für den Nachweis der Übereinstimmung mit dieser Norm verbindlich:

Funktionsprüfungen mit rauschförmigen Prüfpegeln	Dabei handelt es sich um die anzuwendenden Mindestprüfpegel für den Nachweis, dass das zu prüfende Betriebsmittel funktionsfähig ist, wenn es Bedingungen ausgesetzt ist, die wahrscheinlich im Betrieb auf Bahnfahrzeugen auftreten werden. Der Funktionsgrad muss zwischen dem Hersteller und dem Endanwender vor Beginn der Prüfungen vereinbart werden (siehe 6.3.2). Anforderungen für die Funktionsprüfung sind im Einzelnen im Abschnitt 8 angegeben. Die Funktionsprüfungen sind nicht für eine vollständige Bewertung des Betriebsverhaltens unter nachgebildeten Betriebsbedingungen vorgesehen.
Simulierte Lebensdauerprüfung	Diese Prüfung bezweckt den Nachweis der mechanischen Unversehrtheit des Betriebsmittels bei erhöhten Betriebspegeln. Es ist nicht erforderlich, den Nachweis für die Funktionsfähigkeit unter diesen Bedingungen zu erbringen. Anforderungen für simulierte Lebensdauerprüfungen sind im Einzelnen im Abschnitt 9 angegeben.
Schockprüfungen	Die Schockprüfung dient der Nachbildung von seltenen Betriebsereignissen. Es ist nicht notwendig, während dieser Prüfung die Funktionsfähigkeit des Betriebsmittels nachzuweisen. Es ist jedoch erforderlich, den Nachweis zu erbringen, dass keine Änderung des Betriebszustandes stattfindet und dass sich das Aussehen und die mechanische Unversehrtheit nicht verändern. Diese Punkte müssen im endgültigen Prüfbericht eindeutig nachgewiesen werden. Anforderungen an die Schockprüfung sind im Einzelnen im Abschnitt 10 angegeben.

5 Reihenfolge der Prüfungen

Folgende Reihenfolge der Prüfungen wird bevorzugt:

Senkrechte, quergerichtete und längsgerichtete Prüfung als simulierte Lebensdauerprüfung mit verstärktem rauschförmigem Schwingen, der eine senkrechte, quergerichtete und längsgerichtete Schockprüfung folgt. Darauf folgen eine Transport- und Handhabungsprüfung (falls festgelegt bzw. vereinbart) sowie als Endprüfung eine senkrechte, quergerichtete und längsgerichtete Funktionsprüfung mit rauschförmigem Schwingen.

ANMERKUNG Transport- und Handhabungsprüfungen sind keine Anforderung dieser Norm, sie sind deshalb auch nicht deren Bestandteil.

Die Reihenfolge der Prüfungen darf geändert werden, um Umbauarbeiten an der Prüfeinrichtung zu vermindern. Die Prüfreihenfolge muss im Prüfbericht angegeben werden. Prüfungen des Betriebsverhaltens nach 6.3.3 müssen vor und nach der simulierten Lebensdauerprüfung durchgeführt werden. Während dieser Prüfungen werden Übertragungsfunktionen aufgenommen, um im Vergleich festzustellen, ob sich Veränderungen als Ergebnis der simulierten Lebensdauerprüfung ergeben haben.

Orientierung und Richtung der Anregung müssen in der Prüfspezifikation festgelegt und im Prüfbericht enthalten sein.

6 Von der Prüfstelle geforderte Bezugsangaben

ANMERKUNG 1 Zusätzliche grundsätzliche Angaben sind in IEC 60068-2-64 enthalten.

ANMERKUNG 2 Allgemeine Angaben zur Befestigung von Bauteilen siehe auch IEC 60068-2-47.

6.1 Befestigungsverfahren und Orientierung der zu prüfenden Betriebsmittel

Das zu prüfende Betriebsmittel muss mit seinen normalen Befestigungsmitteln, einschließlich elastischer Halterungen, entweder direkt oder mit Hilfe einer Aufspanneinrichtung an der Prüfmaschine befestigt werden.

Da das Befestigungsverfahren die erhaltenen Ergebnisse beträchtlich beeinflussen kann, muss das tatsächlich gewählte Befestigungsverfahren im Prüfbericht eindeutig beschrieben werden.

Wenn nicht anders vereinbart, muss das Betriebsmittel vorzugsweise in seiner bestimmungsgemäßen Arbeitslage geprüft werden, ohne dass besondere Vorkehrungen bezüglich der Auswirkungen von magnetischen Störungen, Wärme oder anderen Faktoren auf den Betrieb und das Betriebsverhalten des Prüflings getroffen werden.

Wenn möglich, sollte die Aufspanneinrichtung keine Resonanzerscheinungen innerhalb des Prüfbereiches aufweisen. Falls Resonanzen unvermeidlich sind, sollte der Einfluss der Resonanz auf das Betriebsverhalten des zu prüfenden Betriebsmittels untersucht und im Prüfbericht beschrieben werden.

6.2 Bezugs- und Regelpunkte

Die Prüfanforderungen werden durch Messungen bestätigt, die an einem Bezugspunkt und in bestimmten Fällen an Regelpunkten, die auf die Befestigungspunkte des Betriebsmittels bezogen sind, vorgenommen werden.

Ist eine große Anzahl von kleinen Betriebsmitteln auf einer Aufspanneinrichtung befestigt, sollten die Bezugs- und/oder Regelpunkte besser auf die Aufspanneinrichtung als auf die Befestigungspunkte der zu prüfenden Betriebsmittel bezogen werden, sofern die unterste Resonanzfrequenz der belasteten Aufspanneinrichtung über dem oberen Grenzwert der Prüffrequenz liegt.

6.2.1 Befestigungspunkt

Ein Befestigungspunkt ist ein Teil des zu prüfenden Betriebsmittels, das die Aufspanneinrichtung oder die Oberfläche der Schwingungsprüfeinrichtung an einem Punkt berührt, an dem das Betriebsmittel normalerweise im Betrieb befestigt ist. Falls ein Teil des Montageaufbaus als Aufspanneinrichtung verwendet wird, müssen als Befestigungspunkte diejenigen des Montageaufbaus benutzt werden und nicht die des zu prüfenden Betriebsmittels.

6.2.2 Regelpunkt

Ein Regelpunkt ist im Normalfall ein Befestigungspunkt. Er muss so nahe wie möglich am Befestigungspunkt liegen und auf jeden Fall starr mit dem Befestigungspunkt verbunden sein. Falls vier oder weniger Befestigungspunkte vorhanden sind, wird jeder als Regelpunkt definiert. Die Schwingung an diesen Punkten darf nicht unterhalb der festgelegten Mindestwerte liegen. Alle Regelpunkte müssen im Prüfbericht benannt werden. Bei kleineren Betriebsmitteln, deren Größe, Gewicht und Komplexität des mechanischen Aufbaus nicht viele Regelpunkte zulässt, muss der Prüfbericht Anzahl und Lage der verwendeten Regelpunkte angeben.

6.2.3 Bezugspunkt

Der Bezugspunkt ist der einzelne Punkt, von dem das Bezugssignal abgenommen wird, um die Prüfanforderungen zu bestätigen, und der dazu verwendet wird, um die Bewegung des zu prüfenden Betriebsmittels darzustellen. Dies darf ein Regelpunkt oder ein fiktiver Punkt sein, der durch eine manuelle oder automatische Verarbeitung der Signale von den Regelpunkten gebildet wird.

Wenn für rauschförmiges Schwingen ein fiktiver Punkt verwendet wird, wird das Spektrum des Bezugssignals als der arithmetische Mittelwert bei jeder Frequenz der spektralen Beschleunigungsdichte (ASD) aus den Signalen von allen Regelpunkten definiert. In diesem Fall ist der Gesamteffektivwert des Bezugssignals gleichzusetzen mit dem quadratischen Mittelwert der Effektivwerte der Signale von den Regelpunkten.

$$\text{Gesamteffektivwert des Bezugspunktes} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n_c} (\text{rms}_i)^2}{n_c}}$$

Dabei ist n_c die Anzahl der Regelpunkte.

Der Prüfbericht muss den verwendeten Regelpunkt angeben und erläutern, wie er ausgewählt wurde. Es wird empfohlen, bei großen und/oder komplexen Betriebsmitteln einen fiktiven Punkt zu verwenden.

ANMERKUNG Automatische Verarbeitung der Signale von den Regelpunkten unter Verwendung einer Abtasttechnik, die dazu dient, einen fiktiven Punkt zu bilden, ist zur Bestätigung des Gesamteffektivwertes der Beschleunigung zulässig. Sie ist jedoch nicht zulässig für die Bestätigung des ASD-Pegels ohne Korrekturen für Fehlerquellen wie Analysatorbandbreite, Abtastzeit, usw.

6.2.4 Antwortpunkt (Messpunkte)

Ein Antwortpunkt ist eine besondere Stelle auf dem zu prüfenden Betriebsmittel, an der die Daten aufgenommen werden, die der Überprüfung der Schwingungsantwortkennwerte dieses Betriebsmittels dienen. Ein Antwortpunkt wird vor Beginn der Prüfungen, die in dieser Norm beschrieben sind, festgelegt (siehe Abschnitt 7).

6.3 Mechanischer Zustand und Funktionsweise während der Prüfung

6.3.1 Mechanischer Zustand

Falls das zu prüfende Betriebsmittel mehr als einen mechanischen Zustand aufweist, den es für eine längere Zeit einnehmen könnte, während es in einem Bahnfahrzeug eingebaut ist, müssen für Prüfzwecke zwei mechanische Zustände ausgewählt werden. Es muss mindestens einer der ungünstigsten Zustände ausgewählt werden (z. B. bei einem Schütz der mechanische Zustand, der den geringsten Kontaktdruck bewirkt).

Falls mehr als ein Zustand besteht, muss das zu prüfende Betriebsmittel in beiden Zuständen gleich lange der Schwingungs- und Schockprüfung unterworfen werden; die Prüfpegel sind in den Abschnitten 8, 9 bzw. 10 festgelegt.

6.3.2 Funktionsprüfungen

Falls gefordert, müssen die Funktionsprüfungen vom Hersteller festgelegt werden und vor Beginn der Prüfungen zwischen dem Hersteller und dem Kunden vereinbart werden. Sie müssen während der Schwingungsprüfungen mit den Prüfpegeln ausgeführt werden, die im Abschnitt 8 dieser Norm festgelegt sind.

Funktionsprüfungen dienen dem Nachweis der Betriebsfähigkeit und sind nicht mit Prüfungen des Betriebsverhaltens zu verwechseln. Diese Prüfungen sind nur vorgesehen, um einen Grad der Verlässlichkeit nachzuweisen, den das zu prüfende Betriebsmittel im Einsatz erfüllen wird.

ANMERKUNG 1 Funktionsprüfungen werden nicht während der Schockprüfungen ausgeführt, außer es wurde vorher zwischen Hersteller und Endanwender so vereinbart.

ANMERKUNG 2 Wenn Funktionsprüfungen verändert durchgeführt werden, sind die Einzelheiten im Prüfbericht festzuhalten.

6.3.3 Prüfungen des Betriebsverhaltens

Prüfungen des Betriebsverhaltens müssen vor dem Beginn und nach Beendigung aller festgelegten Prüfungen durchgeführt werden. Die Spezifikation für die Prüfung des Betriebsverhaltens muss vom Hersteller festgelegt werden und Grenzen der zulässigen Abweichungen enthalten.