

Umweltprüfungen

Teil 2: Prüfungen – Prüfung Ff: Schwingen – Zeitverlaufverfahren
(IEC 60068-2-57:1999)
Deutsche Fassung EN 60068-2-57:2000

DIN**EN 60068-2-57**

ICS 19.040

Ersatz für
DIN EN 60068-2-57:1995-03

Environmental testing –
Part 2: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history method
(IEC 60068-2-57:1999);
German version EN 60068-2-57:2000
Essais d'environnement –
Partie 2: Essais – Essai Ff: Vibrations – Méthode par accélérogrammes
(IEC 60068-2-57:1999);
Version allemande EN 60068-2-57:2000

Die Europäische Norm EN 60068-2-57:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

Die EN 60068-2-57 wurde am 2000-01-01 angenommen.

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 131 „Umweltbedingungen, Klassifizierung und Prüfungen“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 50A/329/CDV:1997-06.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm oder andere Unterlage 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 oder anderen Unterlage.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60068-2-57:1995-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Internationale Festlegungen wurden unverändert übernommen;
- b) EN 60068-2-57:2000 wurde übernommen;
- c) Begriffe wurden geändert und ergänzt;
- d) Angaben zur Berechnung des Prüf-Antwortspektrums wurden aufgenommen;
- e) Beispiele für häufig verwendete Prüffrequenzbereiche (Anhang B) wurden aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60068-2-57: 1995-03
DIN IEC 60068-2-57: 1991-04

Fortsetzung Seite 2
und 18 Seiten EN

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Normen

Der Zusammenhang der zitierten Normen und anderen Unterlagen mit den entsprechenden Deutschen Normen und anderen Unterlagen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm
EN 60068-1:1994	IEC 60068-1:1988	DIN EN 60068-1:1995-03
EN 60068-2-6:1995	IEC 60068-2-6:1995	DIN EN 60068-2-6:1996-05
EN 60068-2-27:1993	IEC 60068-2-27:1987	DIN EN 60068-2-27:1995-03
EN 60068-2-47:1982	IEC 60068-2-47:1982	DIN EN 60068-2-47:1995-03
EN 60068-2-64:1994	IEC 60068-2-64:1993	DIN EN 60068-2-64:1995-08
–	IEC 60068-3-3:1991	DIN IEC 60068-3-3:1993-09
EN ISO 266:1997	ISO 266:1997	DIN EN ISO 266:1997-08
–	ISO 2041:1990	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60068-1, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden* (IEC 60068-1:1988 + Corrigendum 1988 + A1:1992); Deutsche Fassung EN 60068-1:1994

DIN EN 60068-2-6, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfung Fc: Schwingen, sinusförmig* (IEC 60068-2-6:1995 + Corrigendum 1995); Deutsche Fassung EN 60068-2-6:1995

DIN EN 60068-2-27, *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, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Befestigung von Bauelementen, Geräten und anderen technischen Erzeugnissen für dynamische Prüfungen wie Schocken (Ea), Dauerschocken (Eb), Schwingen (Fc und Fd) und Beschleunigen, gleichförmig (Ga) einschließlich Leitfaden* (IEC 60068-2-47:1982); Deutsche Fassung 60068-2-47:1993

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

DIN IEC 60068-3-3, *Umweltprüfungen; Seismische Prüfverfahren für Geräte; Leitfaden; Identisch mit IEC 60068-3-3:1991*

DIN EN ISO 266, *Akustik-Normfrequenzen* (ISO 266:1997); Deutsche Fassung EN ISO 266:1997

Deutsche Fassung

Umweltprüfungen

Teil 2: Prüfungen – Prüfung Ff: Schwingen – Zeitverlaufverfahren
(IEC 60068-2-57:1999)

Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ff: Vibration –
Time-history method (IEC 60068-2-57:1999)

Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ff:
Vibrations – Méthode par accélérogrammes
(IEC 60068-2-57:1999)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2000-01-01 angenommen.

Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR ELEKTROTECHNISCHE NORMUNG
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 104/130/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 60068-2-57, ausgearbeitet von dem IEC/TC 104 „Environmental conditions, classification and methods of test“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2000-01-01 als EN 60068-2-57 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60068-2-57:1993.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2000-10-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2003-01-01

Diese Norm muss in Verbindung mit EN 60068-1:1994 angewendet werden.

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und sind die Anhänge A und B informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60068-2-57:1999 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	10 Zwischenmessungen	9
Einführung	3	11 Nachbehandlung	9
1 Anwendungsbereich	3	12 Endmessungen	9
2 Normative Verweisungen	3	13 Angaben in der Einzelbestimmung	9
3 Begriffe	3	Anhang A (informativ) Synthese des künstlichen	
4 Allgemeine Anforderungen	5	Zeitverlaufs: Leitfaden	15
5 Anforderungen für die Prüfung	5	Anhang B (informativ) Prüffrequenzbereiche	17
5.1 Untersuchung des Schwingverhaltens	5	Bilder	
5.2 Prüfung durch einen Zeitverlauf	6	Bild 1 – Prüfablauf für Schwingen, Zeitverlaufverfahren	11
5.3 Befestigung des Prüflings	7	Bild 2 – Typische Antwort eines Schwingers angeregt	
6 Schärfegrade	7	durch einen bestimmten Zeitverlauf (festgelegter	
6.1 Prüffrequenzbereich	8	Schwellenwert 70 %)	12
6.2 Anforderungs-Antwortspektrum	8	Bild 3 – Beispiel für die Erkennung von Spitzenwerten	
6.3 Anzahl und Dauer der Zeitverläufe	8	im Antwort-Zeitverlauf, die über einem festgelegten	
6.4 Anzahl der Spitzenwerte im Antwort-Zeitverlauf	8	Schwellenwert (70 %) liegen	12
7 Vorbehandlung	8	Bild 4 – Typisches umhüllendes Antwortspektrum	13
8 Anfangsmessungen	8	Bild 5 – Typisches Beispiel für einen	
9 Prüfung	9	Beschleunigungs-Zeitverlauf	13
9.1 Allgemeines	9	Bild 6 – Typische doppellogarithmische Darstellung	
9.2 Untersuchung des Schwingverhaltens	9	eines Anforderungs- und Prüf-Antwortspektrums	14
9.3 Prüfung mit dem Zeitverlaufverfahren	9	Bild 7 – Kategorie 1: Empfohlener Verlauf eines An-	
		forderungs-Antwortspektrums in normierter Darstellung	14
		Bild 8 – Kategorie 2: Empfohlener Verlauf eines An-	
		forderungs-Antwortspektrums in normierter Darstellung	15

Einführung

Dieser Teil der IEC 60068 beschreibt ein Verfahren zur Prüfung von Bauelementen, Geräten und anderen elektrotechnischen Erzeugnissen, im folgenden „Prüflinge“ genannt, die im Einsatz kurzzeitigen rauschförmigen dynamischen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Typische Beispiele für solche auf Geräte einwirkende Beanspruchungen sind Auswirkungen von Erdbeben und Explosionen sowie Transportvorgänge und Bewegungen mit unterschiedlichen Arten von Fahrzeugen.

Kennzeichnend für diese eingeleiteten Kräfte und für die Dämpfung des Prüflings ist, dass sein Schwingverhalten nicht den eingeschwungenen Zustand erreichen wird.

Nach der Untersuchung des Schwingverhaltens mit sinus- oder rauschförmiger Anregung wird der Prüfling mit einem Schwingungs-Zeitverlauf beansprucht, der in Form eines Antwortspektrums vorgegeben wird, das die Auswirkungen der dynamischen Kräfte am Einsatzort nachbildet.

Ein solcher Zeitverlauf kann entwickelt oder hergeleitet werden aus

- | | |
|---|-----------------------------|
| – einem Zeitverlauf eines tatsächlichen Ereignisses | } tatsächlicher Zeitverlauf |
| – einem beliebigen Zeitabschnitt eines stochastischen Signals | |
| – oder einem synthetischen Signal | |

Für bestimmte Einsatzfälle kann es notwendig sein, diese Signale der geforderten Prüfschärfe anzupassen.

Bei Anwendung dieses Zeitverlaufverfahrens kann mit einem einzigen Prüfsignal ein Breitband-Antwortspektrum erzeugt werden.

Es ist möglich, dass alle Schwingungsformen des Prüflings in der Anregungsachse (oder den -achsen) gleichzeitig angeregt werden; daher müssen auch die Beanspruchungen beachtet werden, die von den kombinierten Auswirkungen der gekoppelten Schwingungsformen herrühren.

Es werden Verfahren für die Durchführung der Prüfung und die Messung der Schwingungen an vorgegebenen Punkten beschrieben. Weiterhin sind Anforderungen an die Schwingbewegung und die Wahl der Schärfegrade, d. h. Frequenzbereich, Anforderungs-Antwortspektrum, Anzahl der Spitzenwerte im Antwort-Zeitverlauf und Anzahl und Dauer der Zeitverläufe, enthalten.

Für die Erstellung einer Einzelbestimmung sind in Abschnitt 13 Hinweise gegeben, die zu berücksichtigen sind. Anhang A dieser Norm enthält zusätzliche Erklärungen und Anhang B einen empfohlenen Prüffrequenzbereich.

Die Durchführung einer Schwingprüfung hängt sehr von der Fähigkeit und Erfahrung des Prüfenden ab. Dies sollte von Auftraggeber und Auftragnehmer stets berücksichtigt werden. Für die Einzelbestimmung müssen das Prüfverfahren und die für den Prüfling und dessen Einsatzbedingungen geeigneten Schärfegrade ausgewählt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der DIN EN 60068 enthält ein allgemein gültiges Prüfverfahren, mit dem durch Anwendung eines Zeitverlaufs die Widerstandsfähigkeit von Prüflingen gegenüber transienten Schwingungen mit vorgegebenem Schärfegrad ermittelt werden kann.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils der IEC 60068 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Teil der IEC 60068 basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 60068-2:1998, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*.

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*.

IEC 60068-2-27:1997, *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: Tests – Test Fh: Vibration, broad-band random (digital control) and guidance*.

IEC 60068-3-3:1991, *Environmental testing – Part 3: Guidance – Seismic test methods for equipment*.

ISO 266:1997, *Acoustics – Preferred frequencies*.

ISO 2041:1990, *Vibration and shock – Vocabulary*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils der IEC 60068 gelten die in ISO 2041, IEC 60068-1 und IEC 68-2-64 verwendeten sowie die im folgenden festgelegten Begriffe.

3.1

charakteristische Frequenz (critical frequency)

Frequenz, bei der

- ein Fehlverhalten in der Funktion des Prüflings eintritt und/oder Kennwerte durch die Schwingbeanspruchung verändert werden;
- mechanische Resonanzen und andere Erscheinungen auftreten, z. B. Klappern

3.2

Dämpfung (damping)

Oberbegriff, der den zahlreichen energieverbrauchenden Mechanismen in einem System zugeschrieben wird; in der Praxis hängt die Dämpfung von vielen Parametern wie Systemaufbau, Schwingungsform, mechanische Spannung, eingeleitete Kraft, Geschwindigkeit, Werkstoff, Schlupf in Verbindungen usw. ab

3.3

kritische Dämpfung (critical damping)

Kleinstwert der geschwindigkeitsabhängigen Dämpfung, bei dem das ausgelenkte System ohne Überspringen in möglichst kurzer Zeit in seine Ruhelage zurückkehrt

3.4

Dämpfungsgrad (damping ratio)

Verhältnis der tatsächlichen Dämpfung zur kritischen Dämpfung in einem System mit geschwindigkeitsabhängiger Dämpfung

3.5

Signaltoleranz (signal tolerance)

$$T = \left(\frac{NF}{F} - 1 \right) \times 100 \text{ in } \% \quad (1)$$

Dabei ist

NF Effektivwert des ungefilterten Signals;

F Effektivwert des gefilterten Signals.

3.6

Befestigungspunkt (fixing point)

Stelle am Prüfling, über die er mit der Aufspannvorrichtung oder dem Schwingtisch direkt verbunden ist; üblicherweise ist dies auch ein für den Einsatz vorgesehener Befestigungspunkt

ANMERKUNG Wenn als Aufspannvorrichtung ein Teil einer zum Prüfling gehörenden Befestigungsvorrichtung verwendet wird, so müssen als Befestigungspunkte diejenigen der Vorrichtung verwendet werden und nicht die des Prüflings.

3.7

Normfallbeschleunigung g_n (standard acceleration)

Beschleunigung, die durch die Erdanziehung hervorgerufen wird und sich mit der Höhe und der geographischen Breite ändert

ANMERKUNG In dieser Norm ist die Normfallbeschleunigung g_n auf 10 m/s^2 gerundet.

3.8

Spitzenwerte im Antwort-Zeitverlauf (high peaks of the response)

berechnete Spitzenwerte im Antwort-Zeitverlauf eines Systems von Einmasseschwingern mit einem Freiheitsgrad (Schwinger), die durch einen Zeitverlauf angeregt werden und einen festgelegten Schwellenwert überschreiten (siehe Bild 2)

ANMERKUNG 1 In der Praxis wird auf Spitzenwerte im Antwort-Zeitverlauf Bezug genommen, weil es schwierig ist, aufgrund von vorübergehender Anregung (Zeitverlauf) vollständige Schwingspiele zu erkennen.

ANMERKUNG 2 Die Spitze ist eine positive oder negative Maximalabweichung von der Nulllinie zwischen zwei aufeinanderfolgenden Nulldurchgängen (siehe Bild 3).

3.9

Messpunkte (measuring points)

bestimmte vorgegebene Stellen, an denen die zur Prüfung verwendeten Messdaten gewonnen werden. Es gibt zwei Arten von Messpunkten, die im folgenden beschrieben werden

ANMERKUNG Zur Ermittlung des Schwingverhaltens eines Prüflings dürfen Messungen auch an Punkten innerhalb des Prüflings vorgenommen werden. Solche Punkte sind keine Messpunkte im Sinne dieser Norm.

3.9.1

Kontrollpunkt (check point)

Punkt an der Aufspannvorrichtung, dem Schwingtisch oder dem Prüfling, der so dicht wie möglich bei einem Befestigungspunkt liegen und in jedem Falle eine steife Verbindung zu ihm haben muss

ANMERKUNG 1 Mit der Messung an mehreren Kontrollpunkten wird die Einhaltung der Prüfbedingungen sichergestellt.

ANMERKUNG 2 Wenn vier oder weniger Befestigungspunkte vorhanden sind, wird jeder von ihnen als Kontrollpunkt verwendet. Wenn mehr als vier Befestigungspunkte vorhanden sind, werden in der Einzelbestimmung vier repräsentative Befestigungspunkte als Kontrollpunkte ausgewählt.

ANMERKUNG 3 In besonderen Fällen, beispielsweise bei großen oder komplexen Prüflingen, werden die Kontrollpunkte in der Einzelbestimmung festgelegt, wenn sie nicht in unmittelbarer Nähe der Befestigungspunkte liegen.

ANMERKUNG 4 Wenn eine große Anzahl kleiner Prüflinge auf einer gemeinsamen Aufspannvorrichtung befestigt ist, oder bei einem kleinen Prüfling mit vielen Befestigungspunkten, kann ein einziger Kontrollpunkt (nämlich als Bezugspunkt) zur Gewinnung des Regelsignals ausgewählt werden. Dieses Signal kennzeichnet dann die Aufspannvorrichtung und nicht die Befestigungspunkte des Prüflings. Dieses Verfahren ist nur geeignet, wenn die tiefste Eigenfrequenz der beladenen Aufspannvorrichtung weit oberhalb der höchsten Prüffrequenz liegt.

3.9.2

Bezugspunkt (reference point)

ausgewählter Kontrollpunkt, dessen Signal zur Regelung der Prüfeinrichtung nach den Angaben dieser Norm verwendet wird

3.10

Eigenfrequenz (natural frequency)

Frequenz der freien Schwingung eines Systems, die nur von ihren eigenen physikalischen Eigenschaften (Masse, Steifigkeit, Dämpfung) bestimmt wird

3.11

tatsächlicher Zeitverlauf (natural time-history)

Aufzeichnung der Amplitude der Beschleunigung, der Auslenkung oder der Schwinggeschwindigkeit eines Ereignisses als Funktion der Zeit

3.12

Schwinger (oscillator)

Einmasseschwinger-System mit einem Freiheitsgrad, das mechanische Schwingungen erzeugen oder aufrechterhalten kann

3.13

Pause (pause)

Dauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zeitverläufen

ANMERKUNG Eine Pause sollte ausreichend lang sein, um wesentliche Überlagerungen der Antwortschwingungen im Prüfling zu vermeiden und kann anhand der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$T > \left(\frac{1}{f} \times \frac{100}{d} \right) \quad (2)$$

Dabei ist

T Dauer (s);

f niedrigste Eigenfrequenz (Hz);

d kritische Dämpfung bei der niedrigsten Eigenfrequenz (in %).