

DIN EN 13477-2



ICS 19.100

Ersatz für
DIN EN 13477-2:2010-12

**Zerstörungsfreie Prüfung –
Schallemissionsprüfung –
Charakterisierung der Prüfausrüstung –
Teil 2: Überprüfung der Betriebskenngrößen;
Deutsche Fassung EN 13477-2:2010**

Non-destructive testing –
Acoustic emission –
Equipment characterisation –
Part 2: Verification of operating characteristic;
German version EN 13477-2:2010

Essais non destructifs –
Émission acoustique –
Caractérisation de l'équipement –
Partie 2: Vérifications des caractéristiques de fonctionnement;
Version allemande EN 13477-2:2010

Gesamtumfang 31 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13477-2:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-23 AA „Ultraschallprüfung“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13477-2:2001-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Fassung wurde inhaltlich und redaktionell überarbeitet;
- b) ein alternatives Testsignal wurde eingearbeitet, das von marktüblichen Arbiträrgeneratoren erzeugt werden kann, um die Abhängigkeit dieses Standards von speziellen AE-Kalibratoren aufzuheben;
- c) die Sensorüberprüfung wurde um die Überprüfungen der Stromaufnahme im Ruhezustand und bei Vollausschlag und die Überprüfung der inneren Abschirmung gegen Störspannungen an der Ankoppelstelle erweitert;
- d) zur reproduzierbaren Ermittlung des elektrischen Rauschens von Sensoren und Vorverstärkern wurden zwei alternative und leicht realisierbare Prüfaufbauten eingearbeitet;
- e) die Überprüfung der Filtersteilheit im Vorverstärker und Signalprozessor wurde eingearbeitet;
- f) in die Akzeptanzgrenzen der Messgenauigkeit von Amplitude, Nachweisschwelle und externer Parameter wurden messwertunabhängige Komponenten hinzugefügt, um die begrenzte Auflösung der Analog-Digital-Wandlung zu berücksichtigen;
- g) der Einfluss des Verhältnisses von Amplitude zur Nachweisschwelle, sowie der Einfluss von möglichen Nachschwingungen des Bandpassfilters, auf die zu überprüfenden Messergebnisse wurden in den Text eingearbeitet und bei der Vorgabe der jeweiligen Testsignale berücksichtigt;
- h) die Prüfberichtsformulare wurden entsprechend erweitert und umgestaltet.

Gegenüber DIN EN 13477-2:2010-12 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- a) umfangreiche Korrektur der Übersetzung von Fachbegriffen;
- b) deutscher Titel korrigiert.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13477-2: 2001-04, 2010-12

Deutsche Fassung

Zerstörungsfreie Prüfung —
Schallemissionsprüfung —
Charakterisierung der Prüfausrüstung —
Teil 2: Überprüfung der Betriebskenngrößen

Non-destructive testing —
Acoustic emission —
Equipment characterisation —
Part 2: Verification of operating characteristic

Essais non destructifs —
émission acoustique —
Caractérisation de l'équipement —
Partie 2: Vérifications des caractéristiques de
fonctionnement

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. Juli 2010 angenommen.

Die CEN-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 Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Erforderliche Prüfausrüstung.....	6
4.1 Aufzählung der erforderlichen Geräte	6
4.2 Signalformen für das Prüfsignal	6
4.2.1 Kontinuierliche Sinuswellen.....	6
4.2.2 Dreieckig modulierte Sinuswelle.....	7
4.2.3 $\sin^2$ -förmig modulierte Sinuswelle	7
4.2.4 Rechteckig modulierte Sinuswelle.....	9
4.2.5 Impuls	9
4.2.6 Periodische Signale.....	10
4.3 Prüfkörper.....	10
4.4 Abschirmplatte.....	10
5 Sensorüberprüfung	10
5.1 Allgemeines.....	10
5.2 Zweck	10
5.3 Verfahren	11
5.3.1 Erste Überprüfung	11
5.3.2 Überprüfung der Empfindlichkeit.....	11
5.3.3 Überprüfung der elektrischen Abschirmung	11
5.3.4 Überprüfung des elektrischen Rauschens der Kombination von Sensor und Vorverstärker	12
6 Überprüfung des Vorverstärkers	12
6.1 Allgemeines.....	12
6.2 Überprüfung der Gleichstromaufnahme	12
6.3 Messung der Kennwerte des Vorverstärkers	13
6.3.1 Allgemeines.....	13
6.3.2 Verstärkung	13
6.3.3 Bandbreite	14
6.3.4 Elektronisches Rauschen	15
6.3.5 Dynamikbereich	16
6.3.6 Impulsprüfung.....	17
7 Überprüfung des Schallemissionssignalprozessors	17
7.1 Überblick.....	17
7.2 Überprüfung der Bandbreite und der Steilheit des Filters	17
7.3 Überprüfung der Nachweisschwelle.....	18
7.4 Überprüfung des Rauschpegels des Schallemissionssignalprozessors	18
7.5 Überprüfung der Parameter für Burst-Signale	19
7.5.1 Allgemeines.....	19
7.5.2 Maximalamplitude.....	19
7.5.3 Dauer	21
7.5.4 Anstiegszeit.....	21
7.5.5 Anzahl der Überschwingungen	21
7.5.6 Energie.....	21
7.6 Parameter für ein kontinuierliches Signal.....	22

8	Überprüfung externer Parameter	22
9	Überprüfung der Signalerfassungsrate des Systems	22
10	Überprüfung der Δt -Messung (Messung der Laufzeitdifferenz)	23
11	Dokumentation	23
Anhang A (informativ) Berichtsformular für die Funktionsprüfung von Sensoren		26
Anhang B (informativ) Berichtsformular für die Funktionsprüfung der Vorverstärker		27
Anhang C (informativ) Berichtsformular für die Überprüfung von Bandbreite und Rauschpegel des Signalprozessors (ein Formular für jeden Kanal)		29

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13477-2:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2011 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 13477-2:2001.

EN 13477, *Zerstörungsfreie Prüfung — Schallemissionsprüfung — Charakterisierung der Prüfausrüstung* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Gerätebeschreibung*
- *Teil 2: Überprüfung der Betriebskenngrößen*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

In diesem Teil der Norm werden Verfahren für die routinemäßige Überprüfung der Funktion der Prüfausrüstung zur Schallemissionsprüfung festgelegt, die mit einem Sensorkanal oder mehreren Sensorkanälen ausgestattet sind. Er wurde für die Bediener der Prüfausrüstung für Prüfungen im Laboratorium konzipiert. Eine Überprüfung der Eigenschaften wird empfohlen nach dem Kauf der Prüfausrüstung, nach der Durchführung von Änderungen, nach einem Einsatz unter außergewöhnlichen Bedingungen oder wenn eine fehlerhafte Funktion befürchtet wird. Die in dieser Norm beschriebenen Verfahren schließen andere qualifizierte Verfahren, z. B. Überprüfungen im Frequenzbereich, nicht aus.

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).

EN 1330-1:1998, *Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie — Teil 1: Allgemeine Begriffe*

EN 1330-2:1998, *Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie — Teil 2: Begriffe, die von allen zerstörungsfreien Prüfverfahren benutzt werden*

EN 1330-9:2009, *Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie — Teil 9: Begriffe für die Schallemissionsprüfung*

EN 13477-1:2001, *Zerstörungsfreie Prüfung — Schallemissionsprüfung — Charakterisierung der Prüfausrüstung — Teil 1: Gerätebeschreibung*

IEC 60050 (alle Teile), *International Electrotechnical Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1330-1:1998, EN 1330-2:1998, EN 1330-9:2009, IEC 60050 (alle Teile) und die folgenden Begriffe.

3.1

Schallemissionssignalprozessor

Teil eines Schallemissionskanals, der das Ausgangssignal des Vorverstärkers in digitale Signalparameter umwandelt

ANMERKUNG Dem Schallemissionssignalprozessor dürfen weitere Funktionen zugeordnet sein, z. B. die Stromversorgung des Vorverstärkers, die Steuerung des Prüfpulses, die Aufzeichnung transienter Signale und andere Funktionen.

3.2

Arbiträrgenerator (AFG)

elektronisches Gerät zum Erzeugen eines programmierbaren Prüfsignals (Burst)

3.3

Gleichstrom-Kalibrator

elektronisches Gerät, das eine einstellbare oder programmierbare Gleichspannung mit einer Genauigkeit erzeugt, die zur Stimulierung eines externen parametrischen Eingangs geeignet ist

4 Erforderliche Prüfausrüstung

4.1 Aufzählung der erforderlichen Geräte

Mindestens die folgende Prüfausrüstung ist erforderlich:

- a) Prüfkörper;
- b) Abschirmungsprüfplatte;
- c) Hsu-Nielsen-Quelle, zur Prüfung der Empfindlichkeit des Sensors;
- d) verstellbarer Funktionsgenerator/verstellbarer Impulsgenerator (falls diese Funktion nicht von dem unter f) aufgeführten Gerät übernommen wird);
- e) Multimeter, z. B. zur Messung von Gleichspannung und Gleichstrom;
- f) Prüfsignalgenerator, z. B. Schallemissionskalibrator oder Arbiträrgenerator (AFG);
- g) verstellbares Dämpfungsglied, in Dezibel gestuft; kann in dem Prüfsignalgenerator integriert sein;
- h) Gleichstrom-Kalibrator, zur Stimulation externer Parameter;
- i) Gleichspannungsquelle für den Vorverstärker, mit einer zum Entkoppeln und Begrenzen des Schallemissionssignals geeigneten Schaltung sofern die Spannungszuführung über die Signalader erfolgt;
- j) Gerät zum Messen des Effektivwertes der Spannung (RMS-Gerät), mit bekannter oder einstellbarer Zeitkonstante;
- k) Zweikanal-Speicheroszilloskop, zur Überprüfung des Vorverstärkers, zur Messung des Rausch-Spitzenwerts und zur Identifizierung aller Störsignale (Artefakte) des Schallemissionssignals.

ANMERKUNG Die unter i) bis k) aufgeführten Geräte können durch einen überprüften Schallemissionssignalprozessor ersetzt werden, mit dem Maximalamplituden und Effektivwerte (RMS) gemessen werden können.

Die Ungenauigkeit des Prüfsignalgenerators muss deutlich niedriger sein als die in dieser Norm angegebenen zulässigen Abweichungen, die in Tabelle 3 zusammengefasst sind. Wenn für jedes Prüfsignalmuster die Ungenauigkeit gemessen und bei der Überprüfung berücksichtigt wird, können Prüfsignalgeneratoren mit geringerer Genauigkeit benutzt werden.

Die Reproduzierbarkeit des Gleichstrom-Kalibratorausgangs muss wesentlich genauer sein als die zulässigen Abweichungen bei der Überprüfung der externen Parameter. Bei der Überprüfung muss die Ungenauigkeit des Gleichstrom-Kalibrators für die verwendeten Messpegel ermittelt und berücksichtigt werden (siehe Abschnitt 8).

Alle elektrischen/elektronischen Messgeräte müssen kalibriert sein, um die Rückführbarkeit auf SI-Einheiten sicherzustellen.

4.2 Signalformen für das Prüfsignal

Zur Überprüfung der Betriebskenngrößen des Schallemissionsprüfsystems müssen die folgenden Arten von Prüfsignalen verwendet werden:

4.2.1 Kontinuierliche Sinuswellen

Diese Signalform muss verwendet werden, wenn Frequenzantwort und Verstärkung des Vorverstärkers und die Genauigkeit der Dauersignalpegel des Schallemissionssignalprozessors zu überprüfen sind.

4.2.2 Dreieckig modulierte Sinuswelle

Dieses Signal simuliert ein transientes Schallemissionssignal (Burst), siehe Bild 1. Es ist durch folgende Größen definiert:

- A = Amplitude
- R = Anstiegszeit
- D = Dauer
- f = Trägerfrequenz

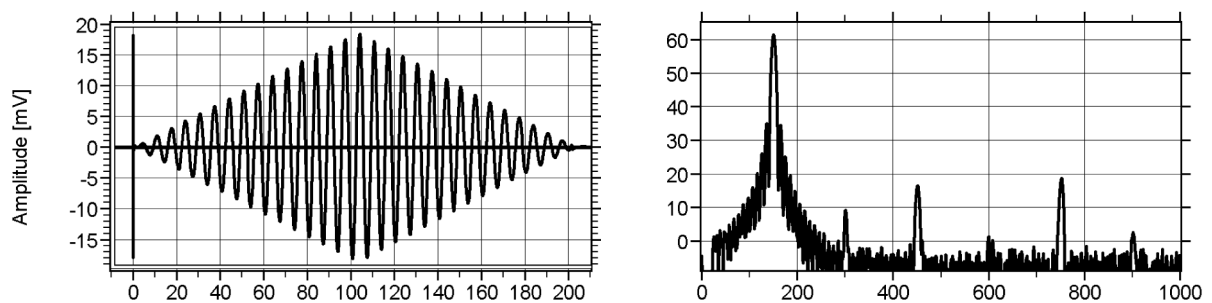


Bild 1 — Dreieckig modulierte Sinuswelle im Zeitbereich (links) und im Frequenzbereich (rechts)

Die gemessene Anstiegszeit des Prüfsignals kann kürzer sein als die sichtbare Anstiegszeit, weil die Messung der Anstiegszeit erst zum Zeitpunkt der ersten Überschreitung der Schwelle beginnt. Die Tabelle 1 zeigt die Abhängigkeit der „Verzögerung der ersten Schwellenüberschreitung“ von der Differenz zwischen Maximalamplitude und eingestellter Schwelle in einem Schallemissionskanal.

4.2.3 $\sin^2$ -förmig modulierte Sinuswelle

Alternativ zu einer dreieckig modulierten Sinuswelle kann ein $\sin^2$ -förmig modulierte Signal (siehe Bild 2) verwendet werden. Wegen seines stetigen Verlaufs am Anfang, beim Maximum und am Ende ergibt sich ein besonders reines Spektrum, und nachteilige Einflüsse durch Über- und Nachschwingungen werden verringert. Dieses Signal kann verwendet werden, um die Frequenzantwort des Bandpasses eines Vorverstärkers oder eines Schallemissionssignalprozessors durch Messung der Maximalamplitude zu ermitteln.

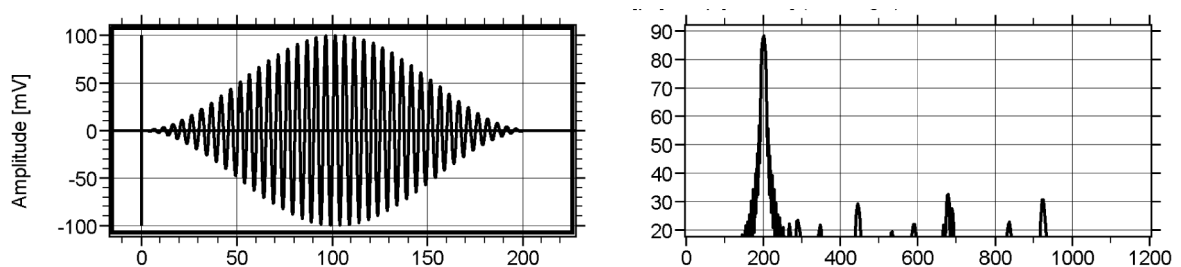


Bild 2 — $\sin^2$ -förmig modulierte Sinuswelle im Zeitbereich (links) und Frequenzbereich (rechts)

ANMERKUNG Das dargestellte Signal entspricht der folgenden Funktion:

$$U[N] = U_P \cdot \sin(N \cdot 2 \cdot \pi / \text{SpSW}) \cdot \sin^2(N \cdot \pi / (\text{SpSW} \cdot \text{SWpB})) \quad (1)$$

$$N = 0 \text{ bis } (\text{SpSW} \cdot \text{SWpB}), \text{ in ganzzahligen Schritten} \quad (2)$$

Dabei ist

N die Nummer des jeweiligen Momentanwerts in zeitlicher Reihenfolge;

$SpSW$ die Zahl der Momentanwerte je Sinuswelle (48 in Bild 2);

$SWpB$ die Sinuswellen je Burst (41 in Bild 2);

$U[N]$ die Spannung des Momentanwerts N ;

U_P die Maximalamplitude (100 mV in Bild 2) des simulierten Bursts.

Die resultierende Trägerfrequenz f_c ist eine Funktion des Abtastintervalls (t_s):

$$f_c = 1/(t_s \cdot SpSW) \quad (3)$$

oder, das Zeitintervall (t_s) für eine bestimmte Trägerfrequenz ist:

$$t_s = 1/(f_c \cdot SpSW) \quad (4)$$

Beispiel in Bild 2: $t_s = 1/(200 \text{ kHz} \cdot 48) = 104,167 \text{ ns}$

Ähnlich wie bei der dreieckig modulierten Sinuswelle ist auch hier die von einem Schallemissionssignalprozessor gemessene Anstiegszeit kürzer als die sichtbare Anstiegszeit des Prüfsignals, weil die Messung der Anstiegszeit zum Zeitpunkt der ersten Überschreitung der Schwelle beginnt. Die so genannte „Verzögerung der ersten Schwellenüberschreitung“ hängt von der Differenz zwischen Maximalamplitude und eingestellter Schwelle in dB ab und wird für beide modulierte Prüfsignale in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Verzögerung der ersten Schwellenüberschreitung in Abhängigkeit vom Verhältnis Amplitude/Schwelle für ein $\sin^2$ -förmig und für ein dreieckig modulierte Prüfsignal

Schwelle	Verzögerung der ersten Schwellenüberschreitung für ein $\sin^2$ -förmig modulierte Prüfsignal % der Anstiegszeit des Signals	Verzögerung der ersten Schwellenüberschreitung für ein dreieckig modulierte Prüfsignal % der Anstiegszeit des Signals
$A - 20 \text{ dB}$	19,7	11,0
$A - 25 \text{ dB}$	15,0	6,0
$A - 30 \text{ dB}$	12,3	3,5
$A - 35 \text{ dB}$	8,3	3,0
$A - 40 \text{ dB}$	7,6	1,0