

DIN ISO 13472-2

ICS 17.140.30; 93.080.20

**Akustik –
Messung der Schallabsorptionseigenschaften von Straßenoberflächen
vor Ort –
Teil 2: Impedanzrohrverfahren für reflektierende Oberflächen
(ISO 13472-2:2010)**

Acoustics –
Measurement of sound absorption properties of road surfaces in situ –
Part 2: Spot method for reflective surfaces (ISO 13472-2:2010)

Acoustique –
Mesurage in situ des propriétés d'absorption acoustique des revêtements de chaussées –
Partie 2: Méthode ponctuelle pour les surfaces réfléchissantes (ISO 13472-2:2010)

Gesamtumfang 24 Seiten

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Kurzbeschreibung	7
5 Messsystem.....	9
5.1 Bestandteile des Messsystems.....	9
5.2 Schallquelle	9
5.3 Prüfsignal	9
5.4 Impedanzrohr	9
5.4.1 Rohrdurchmesser	9
5.4.2 Rohrlänge und Mikrofonpositionen	9
5.5 Mikrofone.....	10
5.6 Adapter für Prüfungen vor Ort zwischen Impedanzrohr und Prüfoberfläche	11
5.7 Signalverarbeitungssystem	11
5.8 Thermometer und Druckmessgerät	11
6 Messung und Analyse	11
6.1 Stabilisierung des Messsystems	11
6.2 Kalibrierung des Systems.....	11
6.3 Referenzmessung	12
6.4 Messung des Fremdgeräusches	12
6.5 Vermessung einer Straßendecke	12
6.6 Datenanalyse.....	12
7 Messaufbau	13
7.1 Festlegung der Messorte	13
7.1.1 Straßendecken auf Prüfstrecken nach ISO 10844.....	13
7.1.2 Herkömmliche Straßen.....	13
7.2 Zustand der Straßenoberfläche.....	13
7.3 Temperatur	13
8 Messung und Analyse	13
9 Messunsicherheit.....	14
10 Prüfbericht.....	16
Anhang A (normativ) Korrektur durch Referenzmessung	17
Anhang B (informativ) Messunsicherheit	18
B.1 Allgemeines.....	18
B.2 Ausdruck für die Berechnung des Absorptionsgrads.....	18
B.3 Quellen der Messunsicherheit.....	18
B.4 Erweiterte Messunsicherheit	19
Anhang C (informativ) Entwurf eines Adapters für Prüfungen vor Ort	20
Anhang D (informativ) Beispiel für einen Prüfbericht	22
Literaturhinweise	24

Nationales Vorwort

Diese Norm beinhaltet die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 13472-2:2010, die in der Arbeitsgruppe 38 „Procedure for measuring sound absorption properties of road surfaces — In-situ method“ des ISO/TC 43/SC 1 „Noise“ unter deutscher Mitarbeit erstellt wurde.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Unterausschuss NA 001-01-05-03 UA „Straßenfahrzeuge — Kenngrößen“ im Arbeitsausschuss NA 001-01-05 AA „Geräuschemissionsmessung an Fahrzeugen einschließlich Messung im Fahrgastraum und am Arbeitsplatz“ verantwortlich.

DIN ISO 13472 besteht aus den folgenden Teilen mit dem Haupttitel *Akustik — Messung der Schallabsorptionseigenschaften von Straßenoberflächen vor Ort*:

— Teil 1: Freifeldverfahren

— Teil 2: Impedanzrohrverfahren für reflektierende Oberflächen

Für die im Abschnitt 2 und in den Literaturhinweisen zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 354	siehe	DIN EN ISO 354
ISO 362 (alle Teile)	siehe	DIN ISO 362 (alle Teile)
ISO 10534-1	siehe	DIN EN ISO 10534-1
ISO 10534-2	siehe	DIN EN ISO 10534-2
ISO 10844	siehe	DIN ISO 10844 ^{N1)}
ISO 13472-1	siehe	DIN ISO 13472-1
IEC 61260	siehe	DIN EN 61260
IEC 61672 (alle Teile)	siehe	DIN EN 61672 (alle Teile)
ISO/IEC Guide 98-3	siehe	DIN V ENV 13005

Diese Deutschen Normen sind im Anhang NA aufgeführt.

N1) Nationale Fußnote: Derzeit in Überarbeitung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN V ENV 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*

DIN EN 61260, *Elektroakustik — Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven*

DIN EN 61672 (alle Teile), *Elektroakustik — Schallpegelmesser*

DIN EN ISO 354, *Akustik — Messung der Schallabsorption in Hallräumen*

DIN EN ISO 10534-1, *Akustik — Bestimmung des Schallabsorptionsgrades und der Impedanz in Impedanzrohren — Teil 1: Verfahren mit Stehwellenverhältnis*

DIN EN ISO 10534-2, *Akustik — Bestimmung des Schallabsorptionsgrades und der Impedanz in Impedanzrohren — Teil 2: Verfahren mit Übertragungsfunktion*

DIN ISO 362 (alle Teile), *Messverfahren für das von beschleunigten Straßenfahrzeugen abgestrahlte Geräusch — Verfahren der Genauigkeitsklasse 2*

DIN ISO 10844, *Akustik — Anforderungen an Prüfstrecken zur Geräuschemessung an Straßenfahrzeugen*

DIN ISO 13472-1, *Akustik — Messung der Schallabsorptionseigenschaften von Straßenoberflächen vor Ort — Teil 1: Freifeldverfahren*

Akustik —

Messung der Schallabsorptionseigenschaften von Straßenoberflächen vor Ort —

Teil 2: Impedanzrohrverfahren für reflektierende Oberflächen

Einleitung

Dieser Teil von ISO 13472 legt ein Prüfverfahren zur Messung des Schallabsorptionsgrads von Straßenoberflächen vor Ort als Funktion der Frequenz bei senkrechtem Schalleinfall fest.

Das Messverfahren ermöglicht die Beurteilung der Schallabsorptionseigenschaften einer Straßendecke, ohne sie zu beschädigen. Es ist für die Beschreibung der Absorptionseigenschaften derjenigen Straßendecken bestimmt, die für die Prüfung von Fahrzeugen und Reifen eingesetzt werden. Es kann auch beim Bau von Straßen, bei der Instandhaltung von Straßen und bei anderen Untersuchungen von Verkehrsgerauschen benutzt werden. Sein Anwendungsgebiet ist aber auf schwach absorbierende Straßendecken beschränkt.

Das im vorliegenden Teil von ISO 13472 festgelegte Messverfahren beruht auf der Ausbreitung eines Prüfsignals von der Schallquelle durch ein Impedanzrohr zur Straßenoberfläche und zurück zum Empfänger. Das Impedanzrohr erfasst eine Fläche von annähernd $0,008 \text{ m}^2$ und deckt einen Terzfrequenzbereich von 250 Hz bis 1600 Hz ab. Das Prüfverfahren folgt der Vorgehensweise und der Signalverarbeitung, wie sie in ISO 10534-2 festgelegt sind; allerdings sind die Abmessungen des Systems wegen des festgelegten Frequenzbereichs nicht wählbar, sondern fest vorgegeben.

Das Verfahren ist hauptsächlich für die Prüfung geschlossener, schwach absorbierender Straßenoberflächen gedacht, wie z. B. jener, die nach ISO 10844 konstruiert wurden. Übersteigt der gemessene Schallabsorptionsgrad 0,15, ist nicht mehr mit einem zuverlässigen Messergebnis zu rechnen. Oberflächen mit Werten über 0,10 gelten nicht als reflektierend.

Das Verfahren ergänzt das Freifeldverfahren (ISO 13472-1 [5]), das eine Fläche von ungefähr 3 m^2 und einen Terzfrequenzbereich von 250 Hz bis 4000 Hz abdeckt.

Im Frequenzbereich von 315 Hz bis 1600 Hz sollten beide Verfahren zu ähnlichen Ergebnissen führen, ihre Anwendungsgebiete und somit auch ihre Messgenauigkeit unterscheiden sich jedoch stark. Das in ISO 13472-1 [5] beschriebene Verfahren besitzt eine begrenzte Messgenauigkeit bei niedrigen Schallabsorptionswerten und ist daher für eine Überprüfung der Übereinstimmung von Oberflächen mit den Anforderungen von Dokumenten wie zum Beispiel ISO 10844 nicht geeignet; das im vorliegenden Dokument festgelegte Verfahren versagt dagegen bei höheren Schallabsorptionswerten.

Innerhalb ihrer Anwendungsbereiche können die Verfahren auch zur Ermittlung der akustischen Eigenschaften anderer Materialien als denen von Straßenoberflächen eingesetzt werden.

Die Messergebnisse nach dem Verfahren dieses Teils der Norm sind mit Ergebnissen von Impedanzrohr-Messungen nach Dokumenten wie zum Beispiel ISO 10534-1 [4], ISO 10534-2 sowie ASTM E 1050 [7] an Bohrkernen aus Oberflächen vergleichbar.

Die Messergebnisse des hier beschriebenen Verfahrens können im Allgemeinen nicht mit den Ergebnissen von Messungen im Hallraum (ISO 354 [1]) verglichen werden, weil das in diesem Teil von ISO 13472 beschriebene Verfahren eine ebene Wanderwelle bei senkrechtem Schalleinfall verwendet, wohingegen das Hallraumverfahren mit einem diffusen Schallfeld arbeitet.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 13472 legt ein Prüfverfahren zur Messung des Schallabsorptionsgrads von Straßenoberflächen vor Ort für die Terzfrequenzen von 250 Hz bis 1600 Hz bei senkrechtem Schalleinfall fest. Für besondere Zwecke kann der Frequenzbereich durch Änderung der Systemabmessungen verändert werden.

Das Verfahren ist vorgesehen für:

- a) die Ermittlung des Schallabsorptionsgrads von Straßendecken mit halb offenporigen bis geschlossenen Oberflächen (bei Bedarf auch ihrer komplexen akustischen Impedanz);
- b) die Ermittlung der Schallabsorptionseigenschaften von Prüfstrecken nach Normen wie ISO 10844 und Prüfoberflächen, deren Spezifikationen in nationalen oder internationalen Vorschriften zur Typprüfung von Straßenfahrzeugen und Fahrzeugreifen festgelegt sind;
- c) die Überprüfung der Übereinstimmung des Schallabsorptionsgrads einer Straßenoberfläche mit der Entwurfsspezifikation oder sonstigen Anforderungen.

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).

ISO 10534-2:1998, *Acoustics — Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes — Part 2: Transfer-function method*

ISO 10844, *Acoustics — Specification of test tracks for measuring noise emitted by road-vehicles and their tyres*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurements — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

IEC 61260, *Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Frequenzbereich

Frequenzintervall, für das die Messungen gelten, festgelegt in Terzen nach IEC 61260

ANMERKUNG Der Frequenzbereich ist in Terzen unterteilt. Das bedeutet, dass seine untere Grenze die untere Grenze der niedrigsten festgelegten Terz und seine obere Grenze die obere Grenze der höchsten festgelegten Terz ist. Der in Terzen mit Mittenfrequenzen von 250 Hz bis 1600 Hz festgelegte Frequenzbereich bedeutet eine Schmalband-Unterteilung des Frequenzbereichs von 220 Hz bis 1800 Hz.

3.2**Schallabsorptionsgrad bei senkrechtem Einfall** α

Verhältnis der durch die Oberfläche des Prüflings eintretenden Schallleistung (ohne Umkehr) zur einfallenden Schallleistung einer ebenen Welle bei senkrechtem Einfall

[ISO 10534-2:1998, 2.1]

3.3**Schallreflexionsfaktor bei senkrechtem Schalleinfall** r

komplexes Verhältnis des Schalldrucks der reflektierten Welle zum Schalldruck der senkrecht eingefallenen ebenen Welle an der Oberfläche des Prüfobjekts

3.4**Referenzebene der Straßenoberfläche**

gedachte Ebene, die durch die Unterseite der Abdichtung verläuft und als Bezug für die Berechnung des Schallreflexionsfaktors dient

3.5**Pegel des Störabstands**

Differenz zwischen dem Pegel des Nutzsignals und dem Pegel des Fremdgeräusches, angegeben in Dezibel

3.6**senkrechte Oberflächenimpedanz** Z

Verhältnis des komplexen Schalldrucks zum senkrechten Anteil der komplexen Schallschnelle bei einer einzelnen Frequenz in der Referenzebene

ANMERKUNG 1 Nach ISO 10534-2:1998, 2.4.

ANMERKUNG 2 Obgleich in Spezifikationen von Straßenoberflächen nicht verwendet, erfordert die Berechnung der Ausbreitung über eine derartige Oberfläche eine komplexe akustische Impedanz.

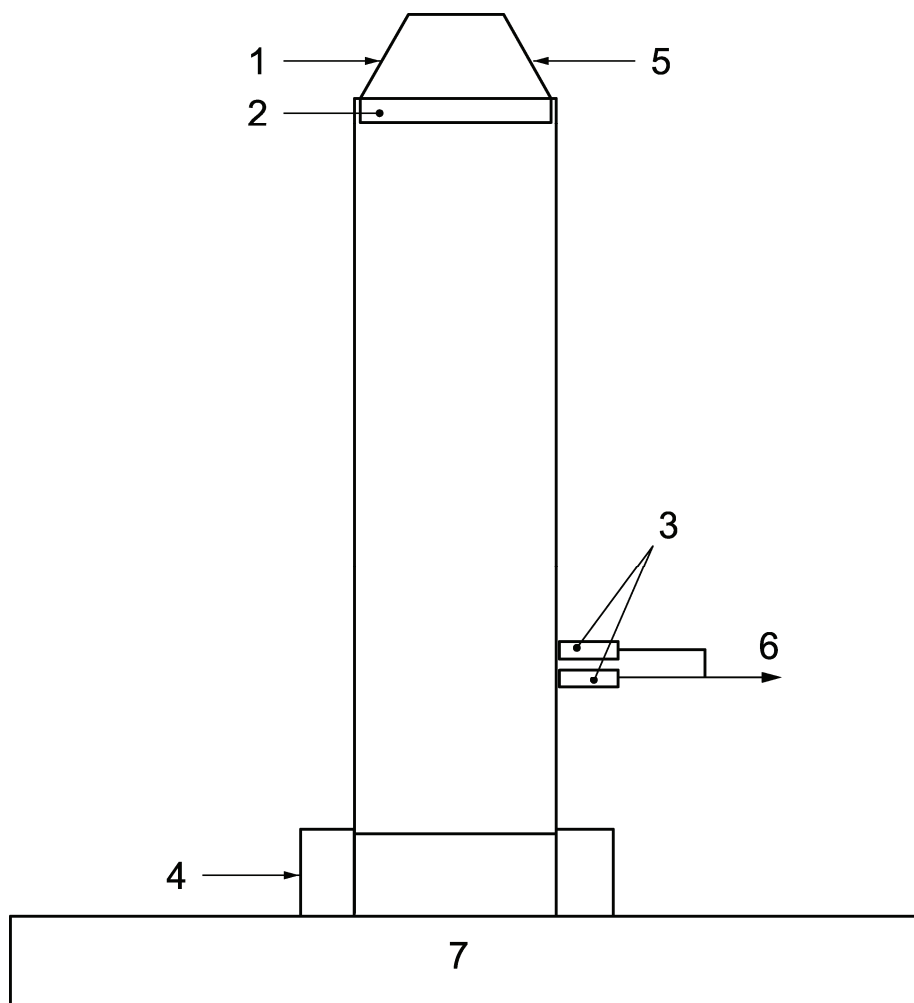
4 Kurzbeschreibung

Das Verfahren zur Bestimmung der Schallabsorption mit Hilfe eines Zwei-Mikrofon-Impedanzrohrs (siehe ISO 10534-2 bzw. ASTM E 1050 [7]) wird mit einem tragbaren Gerät angewendet, das eine schnelle Messung des Schallabsorptionsgrads ebener Straßendecken bei senkrechtem Schalleinfall über einen weiten Frequenzbereich ermöglicht, ohne ihre Oberflächen zu beschädigen. Ein geübter Techniker kann solche Messungen alleine durchführen. Eine Absolutkalibrierung der Mikrofone, wie dies bei üblichen akustischen Messungen erforderlich ist, erübrigt sich; allerdings ist zum Zeitpunkt der Messung eine besondere Prüfung der relativen Amplituden und Phasen zwischen den beiden Mikrofonen des Impedanzrohrs notwendig sowie eine Bestimmung des internen Energieverlustes des Gerätesystems basierend auf Messungen des Absorptionsgrads einer völlig reflektierenden ebenen Fläche.

Bei dem Messgerät handelt es sich um ein serienmäßiges Impedanzrohr, das mit zwei Mikrofonen arbeitet. Ein Schallsignal eines an einem Ende eingebauten Lautsprechers läuft durch das Rohr. Das offene Ende des Rohres wird auf die zu vermessende Straßendecke gestellt. Die komplexe akustische Übertragungsfunktion der beiden Mikrofonensignale wird bestimmt und dazu verwendet, den Schallabsorptionsgrad bei senkrechtem Einfall und die damit zusammenhängenden Größen zu berechnen.

Der Absorptionsgrad deckt den Terzfrequenzbereich von 250 Hz bis 1600 Hz ab.

Der Aufbau des Systems ist in Bild 1 dargestellt.



Legende

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 Lautsprecher | 5 Schallquelle und Verstärker |
| 2 Schwingungsisolierung | 6 Frequenzanalysator |
| 3 Mikrofone | 7 zu prüfende Oberfläche |
| 4 Adapter für Prüfungen vor Ort | |

Bild 1 — Aufbau der Messvorrichtung und zugehörige Ausstattung

Die Signalverarbeitung ist in ISO 10534-2 und ASTM E 1050 [7] erläutert; die grundlegende Messgröße bei der Prüfung einer Oberfläche ist die komplexe Übertragungsfunktion zwischen den zwei Mikrofonen. Sie wird nach der Aufnahme elektronisch bearbeitet, um den komplexen Reflexionsgrad des Schalldrucks abzuleiten, mit dessen Hilfe die Schallabsorption berechnet werden kann. In dem in ISO 10534-2 und ASTM E 1050 [7] beschriebenen Verfahren wird auch erläutert, wie die Amplituden- und Phasen-Eigenschaften der beiden Mikrofone zu kalibrieren sind.

Für das vorliegende Messverfahren wird der in ISO 10534-2 festgelegte Probenhalter durch einen Adapter für Prüfungen vor Ort ersetzt, der eine luftdichte Verbindung zwischen dem Inneren des Prüfrohrs und der zu prüfenden Straßendecke ermöglicht. Das Prüfrohr und der Adapter können aus einem Stück gefertigt oder durch eine Spannvorrichtung luftdicht miteinander verbunden sein, z. B. mit Hilfe eines O-Rings aus Gummi.

Auf der Unterseite des Adapters für Prüfungen vor Ort sorgt ein Ring aus verformbarem Material für eine Versiegelung, indem er die Oberflächentextur der Straßenoberfläche luftdicht mit dem Adapter für Prüfungen vor Ort verschließt. Verstärkt wird die Versiegelung durch eine schmale Nut in dem Adapter (siehe Bild C.1 und Bild C.2).

Der Schallabsorptionsgrad wird nach dem in ISO 10534-2 festgelegten Verfahren bestimmt.