Akustik

Messung der Schallabsorptionseigenschaften von Straßenoberflächen *vor Ort*

Teil 1: Freifeldverfahren

(ISO/DIS 13472-1 : 1999)

DIN ISO 13472-1

Einsprüche bis 31. Dez 1999

ICS 17.140.30; 93.080.20

Acoustics – Measurement of sound absorption properties of road surfaces *in situ* – Part 1: Extended surface method
(ISO/DIS 13472-1 : 1999)

Acoustique – Mesurage des propriétés d'absorption acoustique des surfaces routières *in situ* – Partie 1: Méthode de la surface étendu
(ISO/DIS 13472-1 : 1999)

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 an den Normenausschuß Akustik, Lärmminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

Das internationale Schriftstück ISO/DIS 13472-1 : 1999, "Acoustics – Measurement of sound absorption properties of road surfaces *in situ* – Part 1: Extended surface method", ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden.

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf beinhaltet die deutsche Übersetzung des internationalen Norm-Entwurfs ISO/DIS 13472-1, der 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 Arbeitsausschuß NALS A 5 "Geräuschemissionsmessung an Fahrzeugen einschließlich Messung im Fahrgastraum und am Arbeitsplatz" verantwortlich.

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

IEC 60651	siehe DIN EN 60651
IEC 61260	siehe DIN EN 61260
ISO 354	siehe DIN EN 20354
ISO 362	siehe DIN ISO 362
ISO 10534-1	siehe DIN 52215
ISO 10534-2	siehe DIN 52215
ISO 10844	siehe DIN ISO 10844
ISO 11819-1	siehe E DIN ISO 11819-1
ISO 13473-1	siehe E DIN ISO 13473-1

Fortsetzung Seite 2 bis 27

Normenausschuß Akustik, Lärmminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

© DIN Deutsches Institut für Normung e.V. · Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.
Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: E DIN ISO 13472-1:1999-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 52215
Bauakustische Prüfungen – Bestimmung des Schallabsorptionsgrades und der Impedanz im Rohr

DIN EN 20354
Akustik – Messung der Schallabsorption im Hallraum (ISO 354:1985);
Deutsche Fassung EN 20354:1993

DIN EN 60651
Schallpegelmesser (IEC 60651:1979 + A1:1993); Deutsche Fassung EN 60651:1994 + A1:1994

DIN EN 61260
Elektroakustik – Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven (IEC 61260:1995);
Deutsche Fassung EN 61260:1995

E DIN ISO 362
Akustik – Messung des von beschleunigten Straßenfahrzeugen abgestrahlten Geräusches – Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (ISO/DIS 362:1996)

DIN ISO 10844
Akustik – Anforderungen an Prüfstrecken zur Geräuschmessung an Straßenfahrzeugen (ISO 10844:1994)

E DIN ISO 11819-1
Akustik – Verfahren zur Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche – Teil 1: Statistisches Vorbeifahrtverfahren (ISO/DIS 11819-1:1995)

E DIN ISO 13473-1
Akustik – Charakterisierung der Textur von Fahrbahnbelägen unter Verwendung von Oberflächenprofilen – Teil 1: Bestimmung der mittleren Profiltiefe (ISO/DIS 13473-1:1995)

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 13472-1:1999-11

Deutsche Übersetzung

Akustik

Messung der Schallabsorptionseigenschaften von Straßenoberflächen *vor Ort*

Teil 1: Freifeldverfahren

Inhalt

Vorwort 4

Einleitung 4

1 Anwendungsbereich 4

2 Normative Verweisungen 5

3 Begriffe 5

4 Zusammenfassende Beschreibung des Verfahrens 6
4.1 Allgemeines Prinzip 6
4.2 Signalsubtraktion 8
4.3 Prüfverfahren 9

5 Prüfsystem 9
5.1 Bestandteile des Prüfsystems 9
5.2 Schallquelle 9
5.3 Prüfsignal 9

6 Datenverarbeitung 10
6.1 Kalibrierung 10
6.2 Abtastfrequenz 10
6.3 Ermittlung der gesamten Impulsantwort 10
6.4 Zeitliche Trennung der Signale 10

7 Anordnung des Meßaufbaus 10
7.1 Aktiver Bereich 10
7.2 Anordnung der Meßeinrichtungen 10
7.3 Reflektierende Objekte 11
7.4 Fremdgeräusch 11
7.5 Sicherheitsüberlegungen 11

8 Straßenoberfläche und meteorologische Bedingungen 11
8.1 Zustand der Straßenoberfläche 11
8.2 Wind 11
8.3 Temperatur 11

9 Meßverfahren 12

10 Meßunsicherheit 12

11 Prüfbericht 13

Anhang A 16
Anhang B 17
Anhang C 18
Anhang D 20
Anhang E 22
Anhang F 25

Literaturhinweise 27

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 13472-1:1999-11

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedskörperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitgliedskörperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet bei allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Internationale Normen werden nach den Regeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 3 erstellt.

Die von den Technischen Komitees verabschiedeten internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitgliedskörperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75% der abstimmenden Mitgliedskörperschaften.

Einleitung

Diese Internationale Norm beschreibt ein Prüfverfahren zur Messung des Schallabsorptionsgrades von Straßenoberflächen vor Ort in Abhängigkeit der Frequenz bei senkrechtem Schalleinfall.

Dieses Prüfverfahren ermöglicht die Bewertung der Schallabsorptionseigenschaften einer Straßenoberfläche, ohne diese zu beschädigen. Sie sind für Anwendungen im Straßenbau, der Straßeninstandhaltung und der Ermittlung anderer Verkehrsgeräusche bestimmt. Weiterhin sollen sie zur Bestimmung der Absorptionseigenschaften von Straßenoberflächen für Fahrzeug- und Reifenuntersuchungen dienen.

Dieses Prüfverfahren (Teil 1) beruht auf der Ausbreitung des Prüfsignals in einem Freifeld von der Schallquelle zur Straßenoberfläche und zurück zum Empfänger. Damit wird ein Bereich von etwa 3 m² erfaßt und ein Frequenzbereich in Terzbändern von 250 Hz bis 4 kHz abgedeckt.

Zur Vervollständigung dieses Verfahrens wird derzeit ein Punktmeßverfahren (Teil 2) entwickelt. Dieses Verfahren beruht auf der Übertragung des Prüfsignals durch ein Rohr von der Schallquelle zur Straßenoberfläche und zurück zum Empfänger. Damit wird eine Fläche von näherungsweise 0,1 m² erfaßt und ein Frequenzbereich in Terzbändern von 315 Hz bis 2 kHz abgedeckt.

Beide Verfahren sollten im Frequenzbereich von 315 Hz bis 2 kHz zu den gleichen Ergebnissen führen.

Sie sind beide auch auf andere akustische Materialien als Straßenoberflächen anwendbar.

Die Meßergebnisse dieses Verfahrens sind vergleichbar mit den Ergebnissen von Impedanzrohrmeßverfahren, die an aus der Oberfläche entnommenen Bohrkernen durchgeführt werden (z. B. ISO 10534, Teil 1 und Teil 2).

Die Meßergebnisse dieses Verfahrens sind im allgemeinen nicht vergleichbar mit den Ergebnissen des Hallraumverfahrens (ISO 354), weil die in dieser Internationalen Norm beschriebenen Verfahren ein gerichtetes Schallfeld verwenden, während das Hallraumverfahren von einem diffusen Schallfeld ausgeht.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt ein Prüfverfahren zur frequenzabhängigen Messung des Schallabsorptionsgrades von Straßenoberflächen vor Ort im Bereich von 250 Hz bis 4 kHz (siehe Abschnitt 4).

Die normativen Teile dieser Internationalen Norm gehen von senkrechtem Schalleinfall aus. Das in dieser Internationalen Norm beschriebene Verfahren kann allerdings auch bei schrägem Schalleinfall angewandt werden, wenn auch mit einigen Einschränkungen (siehe Anhang F). Das Prüfverfahren ist für folgende Anwendungen bestimmt:

- Ermittlung der Schallabsorptionseigenschaften von Versuchsstrecken nach ISO 10844 (mit Einschränkungen) und anderen ähnlichen Normen;

- mögliche Korrektur der Einflüsse der Straßenoberfläche auf die Ausbreitungseigenschaften beim Nahbereichsmeßverfahren nach ISO 11819-2;

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 13472-1:1999-11

- Ermittlung der Schallabsorptionseigenschaften von Straßenoberflächen im tatsächlichen Einsatzfall;
- Vergleich der in der Ausschreibung geforderten Schallabsorption einer Straßenoberfläche mit den nach Fertigstellung der Bauarbeiten tatsächlich erreichten Werten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch die Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm 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 60651
Sound level meters

IEC 61620
Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1
Einfallswinkel
Winkel zwischen der Senkrechten auf der Prüfoberfläche und der Richtung der auf die Prüfoberfläche auftreffenden Schallwelle

3.2
Schallreflexionsgrad
Q_W
Bruchteil der auftreffenden Schalleistung, der vom Oberflächenmaterial reflektiert wird

3.3
Schallabsorptionsgrad
α
Verhältnis der in die Oberfläche des Prüfgegenstandes eindringenden Schalleistung (ohne Wiederkehr) zur einfallenden Schalleistung: $\alpha = 1 - Q_W$

3.4
Schallreflexionsfaktor
Q_p
komplexes Verhältnis der Druckamplitude der reflektierten Schallwelle zur einfallenden Schallwelle an der Straßenoberfläche.

ANMERKUNG: Diese Größe ist notwendig für das Verständnis des in Anhang B beschriebenen Korrekturverfahrens. Der Schallreflexionsgrad ist gleich dem quadrierten Betrag des Schallreflexionsfaktors: $Q_W(f) = |Q_p(f)|^2$.

3.5
Geometrischer Ausbreitungsfaktor
Abschwächung der Amplitude einer sich von einem Punkt zu einem anderen ausbreitenden Schallwelle aufgrund kugelförmiger Ausbreitung

3.6
Bezugsebene der Straßenoberfläche
Ebene tangential zu dem am weitesten hervorstehenden Element der Prüfoberfläche

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 13472-1:1999-11

3.7
aktive Fläche
Fläche in der Bezugsebene der Straßenoberfläche, die für ein gegebenes einfallendes Signal zur Bildung des reflektierten, zu analysierenden Signals beiträgt (siehe Anhang A)

3.8
Fremdgeräusch
Geräusche, die von anderen Quellen als dem Prüfsignal herrühren

3.9
Störabstand
S/N
Differenz in Dezibel zwischen dem Pegel des nominellen Nutzsignals und dem Pegel des Fremdgeräusches im Moment der Erfassung des Nutzereignisses.

3.10
Impulsantwort
Zeitsignal am Ausgang eines Systems als Antwort auf eine Dirac-Funktion am Eingang. Die Dirac-Funktion, oder auch δ-Funktion, ist die mathematische Idealisierung eines unendlich kurzen Signals, das eine endliche Energie überträgt.

3.11
Übertragungsfunktion
Fouriertransformierte der Impulsantwort

4 Zusammenfassende Beschreibung des Verfahrens

4.1 Allgemeines Prinzip

Das Meßverfahren beruht auf der Bewertung der zwischen dem Ausgang des Signalgenerators und dem Ausgang des Mikrofons bestehenden Übertragungsfunktion. Es umfaßt den Direktschallweg (vom Signalgenerator über Verstärker und Lautsprecher zum Mikrofon) und den Reflexionsschallweg (vom Signalgenerator über Verstärker, Lautsprecher, Reflexion an der Prüfoberfläche zum Mikrofon).

Die gesamte Impulsantwort, die den direkten und den reflektierten Schall beinhaltet, wird im Zeitbereich gemessen. Diese gesamte Impulsantwort besteht aus der Impulsantwort des Direktschallwegs und, nach einiger Verzögerung wegen der längeren zurückzulegenden Strecke, die Impulsantwort des Reflexionsschallwegs (siehe Bild 1).

Mittels geeigneter Verarbeitung im Zeitbereich (z. B. Subtraktion und Festlegung eines Zeitfensters, siehe 4.2) können diese Antworten getrennt werden (siehe Bild 2). Nach einer Fouriertransformation ergeben sich die Übertragungsfunktionen für den Direktschallweg $H_i(f)$ und für den Reflexionsschallweg $H_r(f)$. Das Verhältnis der quadrierten Beträge dieser Übertragungsfunktionen ergibt den Schallreflexionsgrad $Q_w(f)$, aus dem der Schallabsorptionsgrad berechnet werden kann (siehe Abschnitt 3), abgesehen von einem Faktor K_r für geometrische Ausbreitung.

Wird dieser Faktor K_r für geometrische Ausbreitung ebenfalls berücksichtigt, berechnet sich der Schallabsorptionsgrad wie folgt:

$$\alpha(f) = 1 - R_w(f) = 1 - \frac{1}{K_r^2}\left|\frac{H_r(f)}{H_i(f)}\right|^2$$

Dabei ist

$$K_r = \frac{d_s - d_m}{d_s + d_m}$$

d_s ist der Abstand zwischen der Schallquelle und der Bezugsebene für die Prüfoberfläche.

d_m ist der Abstand zwischen dem Mikrofon und der Bezugsebene für die Prüfoberfläche.

Es gelten keine besonderen Anforderungen für die Signalquelle, solange sie die Ermittlung der Impulsantwort über das bezeichnete Frequenzintervall ermöglicht (siehe auch 5.2).

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 13472-1:1999-11

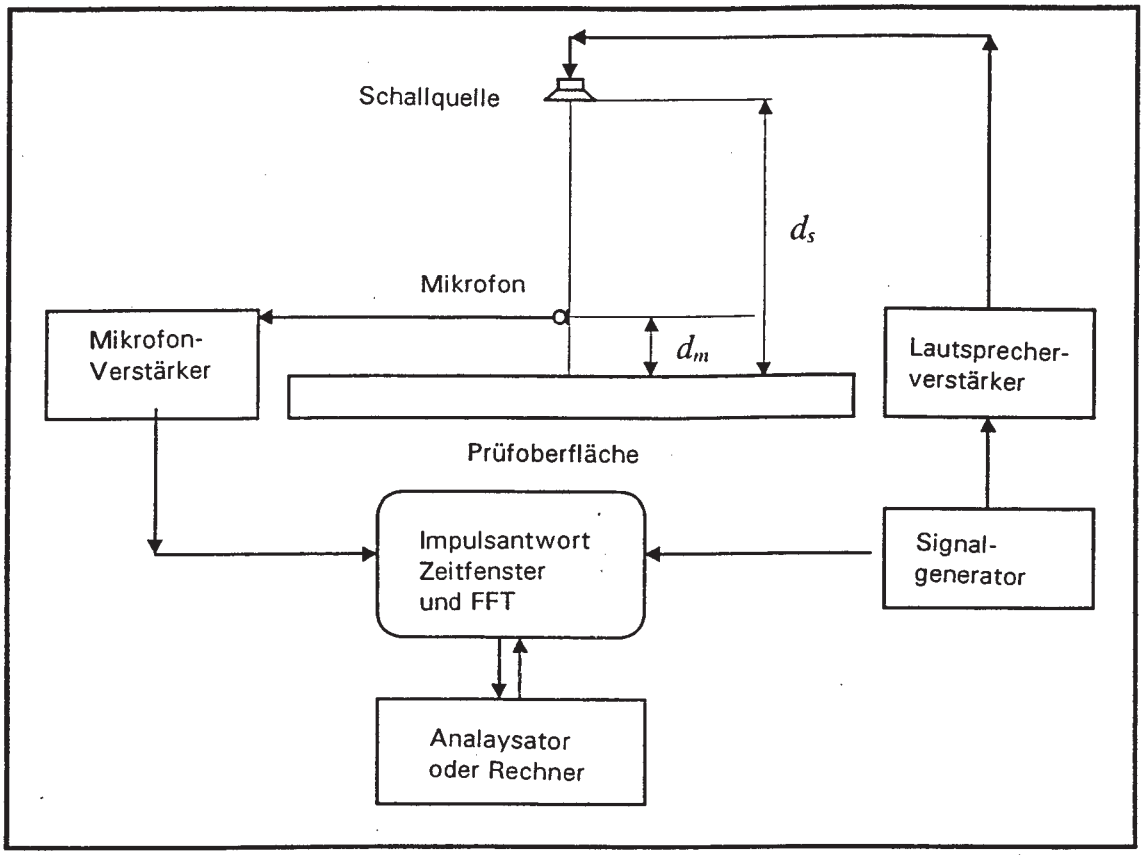

Bild 1: Skizze der wesentlichen Bestandteile des Meßaufbaus

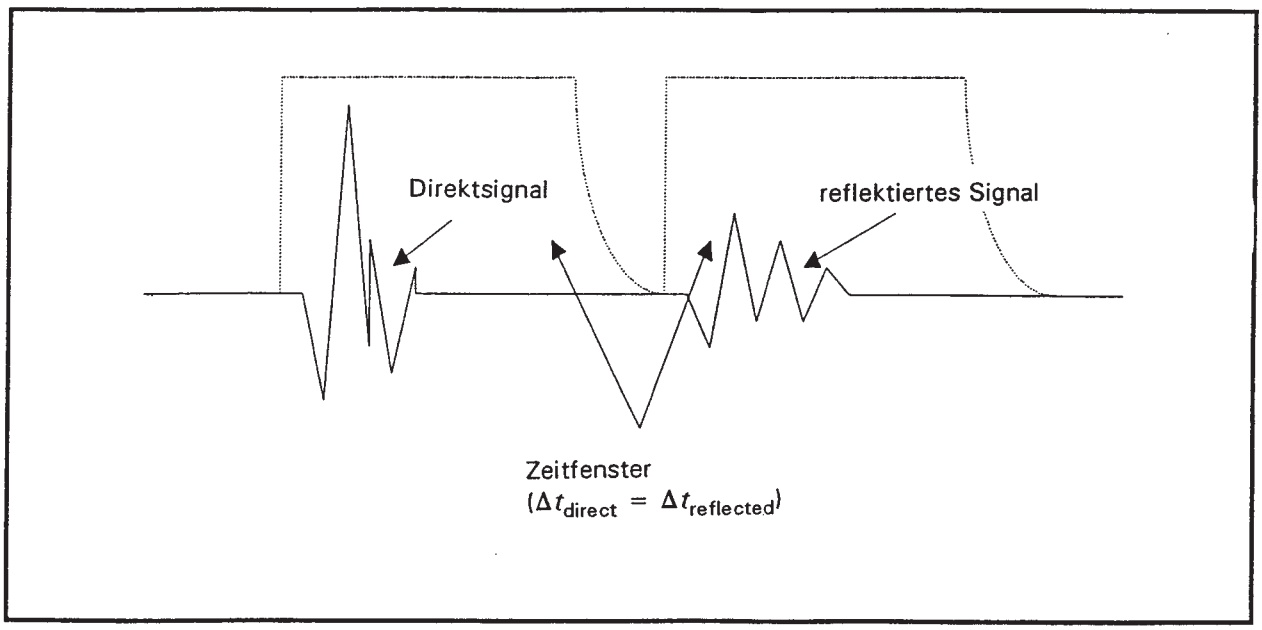

Bild 2: Beispiel der Festlegung von Zeitfenstern für die Impulsantworten

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 13472-1:1999-11

4.2 Signalsubtraktion

Nach dieser Internationalen Norm sind Schallquelle und Mikrofon über der Prüfoberfläche anzuordnen, und es ist die gesamte Impulsantwort zu messen. Diese besteht aus Direktschall, Reflexion von der Prüfoberfläche und anderen störenden Reflexionen (siehe Bild 3.a). Für die weitere Verarbeitung müssen die Direktschallwelle und die von der Prüfoberfläche reflektierte Schallwelle getrennt werden. Dies läßt sich grundsätzlich auf zwei verschiedenen Wegen erreichen:

1. Wie zuvor erläutert, können die betreffenden Terme durch die Anwendung eines Zeitfensters aus der gesamten Impulsantwort gewonnen werden, wobei eine hinreichend lange Verzögerungszeit zwischen ihnen anzunehmen ist (siehe 4.1 und Anhang C).

2. Die Impulsantrwort des Direktschallweges wird nicht aus der gesamten Impulsantwort gewonnen. Statt dessen wird sie durch Subtraktion eines identischen Signals aus der gesamten Impulsantwort ausgeblendet (Signalsubtraktion).

Diese Internationale Norm empfiehlt die Signalsubtraktion. Verlauf, Amplitude und Zeitverzögerung der einfallenden Schallwelle müssen genau bekannt sein. Dies läßt sich grundsätzlich erreichen, indem mit derselben geometrischen Konfiguration von Lautsprecher und Mikrofon eine Freifeldmessung durchgeführt wird. Insbesondere muß der Abstand zwischen beiden (auf ± 1 mm) konstant gehalten werden. Diese Anforderung kann durch die Verwendung einer festen Verbindung zwischen Schallquelle und Mikrofon erfüllt werden.

Der Abstand d_m zwischen dem Mikrofon und der Bezugsebene der Prüfoberfläche kann klein sein. Die empfohlenen Werte für den Abstand von Schallquelle und Mikrofon zur Bezugsebene der Prüfoberfläche sind d_s = 1,25 m und d_m = 0,25 m (siehe 7.2). Diese Abstände müssen während des Mittelungsvorganges (auf ± 0,01 m) konstant gehalten werden.

Dieses Verfahren erlaubt die Festlegung eines breiteren Zeitfensters, was ohne sehr großen Abstand zwischen Lautsprecher, Mikrofon und Straßenoberfläche zu einer niedrigeren Frequenzgrenze des Arbeitsfrequenzbereichs führt. Das Prinzip der Signalsubtraktion ist in Bild 3 schematisch dargestellt.

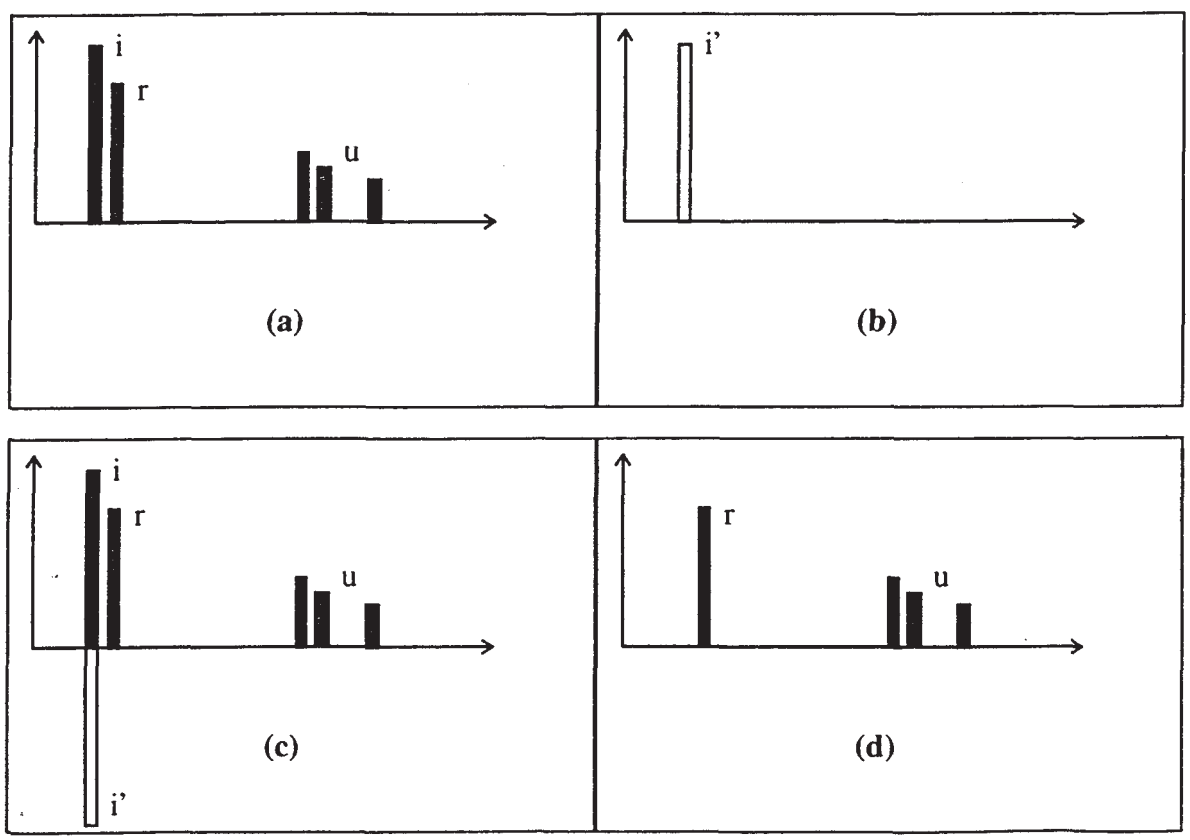

Bild 3: Prinzip der Signalsubtraktion
(a): Gesamte Impulsantwort einschließlich direkt einfallender Schallwelle (i), reflektierter Schallwelle (r) und unerwünschter störender Reflexionen (u). (b): Freifeld-Direktschallwelle (i'). (c): Auslöschung der Direktschallwelle aus der gesamten Impulsantwort mit Hilfe der Freifeld-Direktschallwelle (i'). (d): Ergebnis.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 13472-1:1999-11

Um Temperaturunterschiede zwischen der Freifeldmessung und der Messung über der Prüfoberfläche zu vermeiden, wird empfohlen, die beiden Messungen kurz hintereinander (innerhalb von 10 min) durchzuführen.

4.3 Prüfverfahren

Für die Messung müssen im wesentlichen Freifeldbedingungen vorliegen, d. h. es dürfen keine Reflexionen von anderen Objekten als der Prüfoberfläche auftreten. Durch Verwendung eines Zeitfensters entfallen allerdings Reflexionen, die nach Ablauf einer gewissen Zeit eintreffen und deren Ursprung somit außerhalb eines bestimmten Abstandes liegt (siehe Abschnitt 7).

Um die Einflüsse von Fremdgeräuschen und meteorologischen Schwankungen so gering wie möglich zu halten, empfiehlt es sich, mehr als 50 bis 100 Impulsantworten zu erfassen und zu mitteln.

Oft werden im unteren Frequenzbereich sehr kleine Schallabsorptionswerte gemessen. Es ist sehr schwierig, in diesem Bereich genaue Werte zu erhalten. Geringe Schwankungen in der Auswertung der Schalldruckpegel sowohl des direkten wie auch des reflektierten Signals können zu großen Ungenauigkeiten bei den Schallabsorptionswerten führen. Um dieses Problem zu vermeiden und die Genauigkeit des Verfahrens zu erhöhen, wird die Durchführung einer Bezugsmessung an einer vollständig reflektierenden Oberfläche empfohlen (siehe Anhang B).

5 Prüfsystem

5.1 Bestandteile des Prüfsystems

Die Prüfeinrichtungen müssen folgende Geräte umfassen: einen Lautsprecher, bestehend aus einem elektronischen Signalgenerator, einem Leistungsverstärker und einem Lautsprecher, ein Mikrofon mit Verstärker und einen Zweikanal-Signalanalysator, der in der Lage ist, Kreuzkorrelationen und Transformationen zwischen Zeit- und Frequenzbereich durchzuführen.

Eine Skizze der wesentlichen Bestandteile des Meßsystems ist in Bild 1 dargestellt.

Das gesamte Meßsystem muß mindestens die Anforderungen für Geräte der Klasse 2 nach IEC 60651 erfüllen. Für die Anwendung dieser Internationalen Norm wird der Meßfrequenzbereich von 250 Hz bis 4 kHz in Terzbändern angezeigt.

5.2 Schallquelle

Der Lautsprecher sollte die folgenden Eigenschaften erfüllen:

– Er sollte entweder einen einzelnen Konus oder einen Koaxialkonus in einem Gehäuse besitzen;

– Er sollte einen gleichförmigen Frequenzgang haben, der über den gesamten Meßfrequenzbereich keine großen Unregelmäßigkeiten aufweist;

– Er sollte ohne elektrisch aktive oder passive Komponenten (wie z. B. Weichen) konstruiert sein, die den Frequenzgang des gesamten Systems beeinträchtigen können.

5.3 Prüfsignal

Das Prüfsignal muß aus einem wiederholbaren kurzen Signal bestehen, das einen niedrigen Scheitelfaktor, typischerweise unter 2, hat und einen Energiegehalt, der die Terzbänder von 250 Hz bis 4 kHz bei einem akzeptablen Störabstand abdeckt. Es können mehrere Signale verwendet werden, wie z. B. Maximalfolgen (MLS, siehe Anhang D) oder kurze Frequenzdurchläufe.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 13472-1:1999-11