

DIN EN ISO 11819-1

ICS 17.140.30; 93.080.20

Entwurf

Einsprüche bis 2022-03-07
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 11819-1:2002-05

Akustik –**Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche –
Teil 1: Statistisches Vorbeifahrtverfahren (ISO/DIS 11819-1:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 11819-1:2021**

Acoustics –

Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise –

Part 1: Statistical Pass-By method (ISO/DIS 11819-1:2021);

German and English version prEN ISO 11819-1:2021

Acoustique –

Méthode de mesure de l'influence des revêtements de chaussées sur le bruit émis par la circulation –

Partie 1: Méthode statistique au passage (ISO/DIS 11819-1:2021);

Version allemande et anglaise prEN ISO 11819-1:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-01-07 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nals@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 119 Seiten

DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS)
DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 11819-1:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 227 „Straßenbaustoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 001-01-05 AA „Geräuschemissionenmessungen an Straßenfahrzeugen einschließlich Messungen im Fahrgastraum und am Arbeitsplatz“ im DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

IEC 60942	siehe	DIN EN 60942
IEC 61183	siehe	DIN EN 61183
IEC 61260-1	siehe	DIN EN 61260-1
IEC 61260-3:2016	siehe	DIN EN 61260-3:2016-09
IEC 61672-1	siehe	DIN EN 61672-1
IEC 61672-3	siehe	DIN EN 61672-3
ISO 11819-2:2017	siehe	DIN EN ISO 11819-2:2017-10
ISO 13473-1:2021	siehe	DIN EN ISO 13473-1:2021-11
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 11819-1:2002-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- das Rückwandverfahren ermöglicht eine breitere Anwendung des Verfahrens, wo die alte Version die akustischen Freifeldbedingungen nicht erfüllen würde;
- Änderungen der Nomenklatur für Fahrzeugklassen in Abschnitt 3.1, einschließlich der Einführung einer „allgemeinen“ Fahrzeugklasse und der Einführung eines Mindestgesamtgewichts (8 Tonnen) für zweiachsige schwere Fahrzeuge;
- Änderungen an einigen Schlüsselsymbolen und Abkürzungen in Abschnitt 4;
- Verwendung eines generischen Geschwindigkeitsexponenten für schwere Fahrzeuge anstelle der Berechnung eines Geschwindigkeitsexponenten aus jeder Messung;
- Verwendung einer Korrektur für 2-achsige mittlere Fahrzeuge, um sie auf ein für 3-achsige schwere Fahrzeuge typisches Niveau zu korrigieren;
- eine großzügigere Vorgabe hinsichtlich der Anzahl der zu messenden schweren Fahrzeuge;
- eine zusätzliche Mikrofonposition (in einer Höhe von 3,0 m) kann in Fällen verwendet werden, in denen reflektierende Objekte die Ergebnisse beeinflussen könnten.

Ziel der Änderungen und Ergänzungen ist es, die SPB-Messungen praktikabler zu machen und gleichzeitig die Unsicherheiten beizubehalten oder zu verringern.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60942, *Elektroakustik — Schallkalibratoren*

DIN EN 61183, *Elektroakustik — Kalibrierung von Schallpegelmessern in einem Schallfeld mit stochastischem Schalleinfall und im diffusen Schallfeld*

DIN EN 61260-1, *Elektroakustik — Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven — Teil 1: Anforderungen*

DIN EN 61260-3:2016-09, *Elektroakustik — Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven — Teil 3: Periodische Einzelprüfung (IEC 61260-3:2016); Deutsche Fassung EN 61260-3:2016*

DIN EN 61672-1, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen*

DIN EN 61672-3, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 3: Periodische Einzelprüfung*

DIN EN ISO 11819-2:2017-10, *Akustik — Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche — Teil 2: Nahfeldmessverfahren (ISO 11819-2:2017); Deutsche Fassung EN ISO 11819-2:2017*

DIN EN ISO 13473-1:2021-11, *Charakterisierung der Textur von Deckschichten unter Verwendung von Oberflächenprofilen — Teil 1: Bestimmung der mittleren Profiltiefe (ISO 13473-1:2019, korrigierte Fassung 2021-06); Deutsche Fassung EN ISO 13473-1:2019*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

**Akustik – Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche –
Teil 1: Statistisches Vorbeifahrtverfahren (ISO/DIS 11819-1:2021)**

Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 1: Statistical Pass-By method (ISO/DIS 11819-1:2021)

Acoustique – Méthode de mesurage de l'influence des revêtements de chaussées sur le bruit émis par la circulation – Partie 1: Méthode statistique au passage (ISO/DIS 11819-1:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Symbole und Abkürzungen	12
5 Messprinzip	13
6 Messgeräte	13
6.1 Geräte für akustische Messungen	13
6.1.1 Allgemeines	13
6.1.2 Verifizierung	14
6.2 Messgeräte für Fahrzeuggeschwindigkeiten	14
6.2.1 Allgemeines	14
6.2.2 Verifizierung	14
6.3 Geräte für Temperaturmessungen	14
6.3.1 Allgemeines	14
6.3.2 Verifizierung	14
7 Messorte	15
7.1 Auswahl des Messortes	15
7.2 Abweichungen von den Freifeldbedingungen	15
7.3 Erwägungen über Schutzplanken und andere Schutzeinrichtungen, die Schall reflektieren oder abschirmen können	15
7.4 Fläche zwischen der geprüften Deckschicht und dem Mikrofon	16
7.5 Abschirmplatte	19
8 Verkehrsbedingungen	19
8.1 Fahrzeugklassifikation	19
8.2 Auswahl der Fahrzeuge für die Messung	19
8.3 Mindestanzahl an Fahrzeugen	20
8.4 Geschwindigkeitsklassen der Straße	20
9 Messverfahren	20
9.1 Mikrofonposition	20
9.2 Kalibrierung	23
9.3 Messung des Geräuschpegels	23
9.4 Messung des Frequenzspektrums	23
9.5 Messung der Geschwindigkeit	23
9.6 Temperaturmessung	24
10 Meteorologische Bedingungen	24
10.1 Wind	24
10.2 Temperatur	24
10.3 Empfehlungen zur Feuchte der Deckschichten	24
11 Fremdgeräusch	25
12 Normierung der Daten	25
12.1 Kompensation der Auswirkungen der zusätzlichen (höheren) Mikrofonposition	25
12.2 Kombination der Fahrzeugkategorien H2 und H3+ zu einer gemeinsamen Lkw-Kategorie H	25
12.3 Geräusch-Geschwindigkeit-Verhältnis – Regressionsanalyse (für Pkw)	26
12.4 Geräusch-Geschwindigkeit-Verhältnis – Normierung auf die Referenzgeschwindigkeit (für Lkw)	26
12.5 Geräusch-Geschwindigkeit-Verhältnis – Normierung der Frequenzspektren für Fahrzeuge der Kategorien P und H	28

12.6	Bestimmung des SPB-Schallpegels bei den Referenzgeschwindigkeiten	28
12.7	Zweckdienlicher Geschwindigkeitsbereich für die Normierung der Geschwindigkeit . . .	28
12.8	Temperaturkorrektur der Schallpegel	29
13	Messunsicherheit	29
14	Messbericht	31
Anhang A (normativ) Fahrzeugkategorien		34
A.1	Weltweite Fahrzeugkategorien	34
A.2	Grundsätze	34
A.3	Zwei Hauptkategorien	34
A.3.1	Leichte Fahrzeuge (P für Personenkraftwagen)	35
A.3.2	Zweiachsige Lkw (H2), auch als „mittelschwere Lkw“ bezeichnet	35
A.3.3	Mehrachsige Lkw (H3+)	36
A.3.4	Besondere Bedingungen in bestimmten Ländern	36
Anhang B (informativ) Ermittlung des statistischen Vorbeifahrtindex (SPBI)		38
Anhang C (informativ) Verfahren mit Abschirmplatte		40
C.1	Allgemeines	40
C.2	Messprinzip mit Abschirmplatte	40
C.3	Prüfeinrichtung	40
C.3.1	Allgemeines	40
C.3.2	Abschirmplatte	40
C.4	Messorte	43
C.4.1	Auswahl des Messortes	43
C.4.2	Abweichungen von den Freifeldbedingungen	43
C.4.3	Schutzplanken und andere Schutzeinrichtungen, die Schall reflektieren oder abschirmen können	43
C.4.4	Oberfläche zwischen geprüfter Deckschicht und Mikrofon	43
C.5	Verkehrsbedingungen	43
C.6	Messverfahren	43
C.7	Normierung und Korrektur der Daten	43
C.7.1	Korrektur des Einflusses der Abschirmplatte	43
C.7.2	Weitere Normierungen und Korrekturen	44
C.8	Ermittlung des statistischen Vorbeifahrtindex (SPBI)	44
C.9	Frequenzspektren	44
C.10	Messunsicherheit	44
C.11	Meteorologische Bedingungen	44
C.12	Fremdgeräusch	44
C.13	Messbericht	44
Anhang D (informativ) Ergänzung von 95%-Vertrauensbereichen		46
Anhang E (informativ) Gültigkeit und Stabilität des Verfahrens		47
Anhang F (informativ) Referenzdeckschicht		48
F.1	Allgemeines	48
F.2	Virtuelle Referenzdeckschicht	48
F.3	Normierter Referenzfall	49
F.4	Willkürlicher Referenzfall	49
F.5	Schlussfolgerung	49
Anhang G (informativ) Überwachung der Stabilität von Schallpegeln von bestimmten Verkehrszusammensetzungen		50
Anhang H (informativ) Messunsicherheit		52
H.1	Allgemeines	52
H.2	Ausdruck für die Berechnung des SPB-Pegels	52
H.3	Quellen für Messunsicherheiten	52
H.4	Schätzung der Messunsicherheit	53
Anhang I (informativ) Beispiel für einen Messbericht		56
Literaturhinweise		60

Bilder

Bild 1 — Anforderungen bezüglich der Freiheit von reflektierenden oder abschirmenden Schutzwänden, großen Schildern oder Schutzplanken und bezüglich der Mindestfläche mit einer akustisch geeigneten Oberfläche zwischen Messfahrstreifen und Mikrofon . . .	17
Bild 2 — Erforderliches Signal-Rausch-Verhältnis für Vorbeifahrten einzelner Fahrzeuge. Die durchgezogene dicke Linie stellt den Gesamt-Schallpegel des untersuchten Fahrzeugs dar, das zwischen zwei störenden Fahrzeugen fährt	19
Bild 3 — Typische Straßenformen und Mikrofonpositionen	23
Bild A.1 — Beispiele für zweiachsige Lkw (H2), die in den Datensatz aufgenommen werden müssen, und einige, die nicht aufgenommen werden dürfen (Bilder nicht im gleichen Maßstab). Die mit einem roten Kreuz versehenen Fahrzeuge sind zu klein, um aufgenommen zu werden, d. h. es ist unwahrscheinlich, dass sie eine Gesamtfahrzeugmasse von 8 Tonnen aufweisen (da sie offenbar über zu kleine C2-Reifen verfügen). Die anderen Fahrzeuge verfügen über C3-Reifen und weisen eine Gesamtfahrzeugmasse zwischen 8 Tonnen und 16 Tonnen auf	37
Bild C.1 — Maße der Abschirmplatte und Mikrofonposition von der Schallquelle aus gesehen (unabhängig von der Richtung des Verkehrs)	41
Bild C.2 — Beispiele für die Befestigung des Mikrofons [6], [7], [8]	42
Bild D.1 — Beispiel (für Pkw) der Regression des Geräusches über der Geschwindigkeit mit 95%-Vertrauensgrenzen, dargestellt als gestrichelte Linien. Die Abszisse zeigt die Geschwindigkeit v , ausgedrückt als Logarithmus von v (2,0 entspricht 100 km/h)	46
Bild I.1 — Beispiel für Terzband-Frequenzspektren bei SPB-Messungen an einer offenporigen Deckschicht. Frequenzen unter 50 Hz werden nicht benötigt.	58

Tabellen

Tabelle 1 — In dieser Norm verwendete Symbole und Abkürzungen mit Wert bzw. Einheit	12
Tabelle 2 — Geschätzte Auswirkungen verschiedener schallreflektierender oder schallabsorbierender Objekte auf die A-bewerteten Schallpegel an der Mikrofonposition	18
Tabelle 3 — Empfohlene Mindestzeiten zwischen Niederschlag und Messung	25
Tabelle 4 — Generischer Geschwindigkeitskoeffizient B für drei Kategorien von Deckschichten, der für Lkw anzuwenden ist	27
Tabelle 5 — Unsicherheitsbudget für die Ermittlung des SPB-Pegels (gesondert für Pkw und Lkw)	30
Tabelle 6 — Geschätzte erweiterte Messunsicherheit für eine Überdeckungswahrscheinlichkeit (auf Tabelle H.1 beruhend)	31
Tabelle B.1 — Referenzgeschwindigkeiten (v_{ref}) und Bewertungsfaktoren (wobei W entweder W_P oder W_H ist) in den verschiedenen Geschwindigkeitsklassen der Straße	38
Tabelle H.1 — Typische Werte für Standardunsicherheiten aufgrund von Schwankungen bei Messgeräten, Betriebsbedingungen und Umweltbedingungen	54
Tabelle H.2 — Typische Werte der erweiterten Messunsicherheit in dem SPB-Verfahren	55

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 11819-1:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 227 „Straßenbaustoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 11819-1:2001 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 11819-1:2021 wurde von CEN als prEN ISO 11819-1:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43, *Acoustics*, Unterkomitee SC 1, *Noise*, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 11819-1:1997), die technisch überarbeitet wurde. Ferner wurde ISO/PAS 11819-4 in Anhang C dieser Ausgabe aufgenommen.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Das Verfahren mit Abschirmplatte ermöglicht eine breitere Anwendung des Verfahrens, wenn das alte Verfahren den akustischen Freifeldbedingungen nicht entsprechen würde.
- Änderungen in den Fahrzeugkategorien im Begriffsteil unter 3.1, einschließlich der Aufnahme einer „generischen“ Fahrzeugkategorie und der Aufnahme einer Mindest-Gesamtmasse des Fahrzeugs (8 Tonnen) für zweiachsige Lkw.
- Änderungen einiger wichtiger Symbolen und Abkürzungen in Abschnitt 4.
- Verwendung eines generischen Geschwindigkeitsexponenten für Lkw anstelle der Berechnung eines Geschwindigkeitsexponenten anhand jeder Messung.
- Anwendung einer Korrektur für zweiachsige mittelschwere Lkw, um sie auf ein für dreiachsige Lkw typisches Niveau zu korrigieren.
- Eine liberalere Anforderung in Bezug auf die Anzahl der zu messenden Lkw.

- In Fällen, in denen reflektierende Objekte die Ergebnisse beeinflussen könnten, kann eine zusätzliche Mikrofonposition (mit einer Höhe von 3,0 m) genutzt werden.

Diese Änderungen und Ergänzungen sollen die statistischen Vorbeifahrtmessungen (SPB, en: statistical pass-by) praktikabler machen und gleichzeitig die Messunsicherheiten beibehalten oder verringern.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 11819 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Die Emission von Straßenverkehrsgeräuschen hängt hauptsächlich von den Eigenschaften der Deckschicht ab, insbesondere von ihrer Textur und ihrem Hohlraumanteil, wobei Letzteres auf den Strömungswiderstand der Hohlräume zurückzuführen ist. Diese beiden Eigenschaften beeinflussen die Erzeugung des Reifen/Fahrbahn-Geräusches. Darüber hinaus kann der Hohlraumanteil die Schallemission beeinflussen, besonders dann, wenn die Emission dicht über der Oberfläche erfolgt. Auch das Antriebsgeräusch, das üblicherweise in größerer Höhe über der Deckschicht als das Reifen/Fahrbahn-Geräusch erzeugt wird, kann bei der Emission bis zu einem bestimmten Grad durch den Hohlraumanteil der Deckschicht beeinflusst werden. Diese Effekte führen bei identischer Verkehrsdichte und -zusammensetzung zu Unterschieden im Geräuschpegel von verschiedenen Deckschichten von bis zu 15 dB, was beträchtliche Auswirkungen auf die akustische Qualität des Straßenumfeldes haben kann.

Es ist daher wichtig, diesen Einfluss durch ein genormtes Verfahren messen und eine quantitative Einstufung der Deckschichten hinsichtlich der Verkehrsgeräusche vorzunehmen zu können. Dieses Dokument enthält ein solches Verfahren, dessen Ziel es ist, einem Bedarf nachzukommen, der seitens der Straßenplanung, der Straßenverwaltung, der Bauunternehmer, der Hersteller sogenannter lärmarmer Deckschichten und anderer mit der Voraussage und der Kontrolle der Straßenverkehrsgeräusche befasster Stellen besteht.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zum Vergleich von Verkehrsgeräuschen auf unterschiedlichen Deckschichten bei verschiedenen Verkehrszusammensetzungen fest, um die einzelnen Deckschichtarten zu bewerten. Schallpegel, die Pkw oder Lkw bei bestimmten Geschwindigkeiten repräsentieren, werden bestimmten Deckschichten zugeschrieben. Das Verfahren gilt für Verkehr mit einer konstanten Geschwindigkeit, d. h. frei fließend, von mindestens 50 km/h. Für den Fall, dass der Verkehr nicht frei fließt, wie an Kreuzungen oder bei Stau, ist das Verfahren nicht anwendbar.

Ein genormtes Verfahren zum Vergleich der akustischen Eigenschaften von Deckschichten gibt Straßen- und Umweltbehörden ein Hilfsmittel zur Auswahl von gängigen Verfahren oder Grenzwerten im Hinblick auf die Nutzung von Deckschichten, die bestimmten Geräuschgrenzwerten entsprechen, an die Hand. Die Empfehlung solcher Kriterien liegt jedoch nicht im Anwendungsbereich der Normenreihe ISO 11819.

Das statistische Vorbeifahrtverfahren (SPB-Verfahren) ist zur Anwendung für die folgenden Hauptzwecke geeignet:

- Klassifizierung von Deckschichten entsprechend ihrem Einfluss auf Verkehrsgeräusche (Klassifizierung von Oberflächen);
- Unterstützung der Überprüfung der konformen Herstellung von Deckschichten;
- Bewertung der akustischen Qualität von Deckschichten über ihre Lebensdauer im Vergleich zum neuen Zustand;
- Bewertung des Einflusses verschiedener Deckschichten auf Verkehrsgeräusche an verschiedenen Orten, unabhängig von ihrem Zustand und ihrer Betriebsdauer;
- Bewertung der akustischen Qualität von Deckschichten gegenüber einer Referenzdeckschicht.

Aufgrund praktischer Beschränkungen kann das Verfahren nicht an allen möglichen Standorten angewendet werden. Das Verfahren mit Abschirmplatte kann jedoch die Prüfung an einigen Standorten ermöglichen, die zuvor nicht annehmbar waren.

Abschnitt 5 enthält eine allgemeine Beschreibung des SPB-Verfahrens.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 60942, *Electroacoustics — Sound calibrators*

IEC 61260-1, *Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters — Part 1: Specifications*

IEC 61672-1, *Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1 Geräuscharten

3.1.1

Fahrzeuggeräusch

Geräusch eines einzelnen Fahrzeugs, das u. a. aus den zwei Hauptkomponenten *Antriebsgeräusch* (3.1.3) und *Reifen/Fahrbahn-Geräusch* (3.1.2) besteht

3.1.2

Reifen/Fahrbahn-Geräusch

Geräusch, das durch Reifen-Fahrbahn-Wechselwirkung entsteht

3.1.3

Antriebsgeräusch

Geräusch, das durch Motor, Auspuffanlage, Luftansaugung, Lüfter, Kraftübertragung usw. entsteht

3.1.4

Fremdgeräusch

unerwünschtes Geräusch, das das zu messende Geräusch stört

3.2 Geschwindigkeitsklassen der Straße

Es werden drei Straßenklassen nach dem Bereich der Geschwindigkeit festgelegt, mit der der Verkehr fließt und die in der Regel bestimmten Gebieten zugeordnet sind (Stadt, Einzugsbereich einer Stadt, ländlich usw.).

3.2.1

Straße für niedrige Geschwindigkeiten

Straßenklasse, bei der der Verkehr mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 45 km/h bis 64 km/h fließt

3.2.2

Straße für mittlere Geschwindigkeiten

Straßenklasse, bei der der Verkehr mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 65 km/h bis 99 km/h fließt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Bedingungen gelten häufig im Einzugsbereich der Städte oder auf Landstraßen.

3.2.3

Straße für hohe Geschwindigkeiten

Straßenklasse, bei der sich Fahrzeuge mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 100 km/h oder mehr fortbewegen, Lkw sich jedoch aufgrund von Geschwindigkeitsbeschränkungen mit einer geringeren durchschnittlichen Geschwindigkeit fortbewegen dürfen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Bedingungen gelten üblicherweise für Autobahnen über Land oder im Einzugsbereich der Städte.

3.2.4

Referenzgeschwindigkeit

v_{ref}

für eine einheitliche Angabe gemessener Daten bevorzugte Geschwindigkeit

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Referenzgeschwindigkeit wird in Kilometer je Stunde angegeben. Die am häufigsten genutzten Referenzgeschwindigkeiten sind 50 km/h, 80 km/h und 110 km/h (auch in ISO 11819-2), es dürfen jedoch auch andere Geschwindigkeiten genutzt werden, wenn es aus technischen, sicherheitsrelevanten oder rechtlichen Gründen notwendig ist

3.3 Fahrzeugkategorien

3.3.1

Fahrzeugkategorie

Kategorie von Fahrzeugen, die bestimmte gemeinsame Merkmale aufweisen, die im Verkehrsfluss leicht zu erkennen sind, wie etwa die Anzahl der Achsen und die Größe, und von denen angenommen wird, dass sie Ähnlichkeiten in der Geräuschemission aufweisen, wenn sie unter denselben Betriebsbedingungen fortbewegt werden

3.3.2

Kategorie P – Personenkraftwagen (Pkw)

zum Transport von Passagieren genutzte Fahrzeuge mit zwei Achsen und üblicherweise 4 bis 5 Sitzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Anhang A.

3.3.3

Kategorie H – Lastkraftwagen (Lkw)

Kategorien H2 (3.3.3.1) und H3+ (3.3.3.2) zusammen

3.3.3.1

Kategorie H2 – zweiachsige Lkw

Lastkraftwagen, Linien- und Reisebusse mit zwei Achsen, vier oder sechs Rädern und einer Gesamtfahrzeugmasse von mindestens 8 Tonnen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Anhang A.

3.3.3.2

Kategorie H3 – mehrachsige Lkw

Lastkraftwagen, Linien- und Reisebusse mit mehr als zwei Achsen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Anhang A.

3.4 Gemessene Geräuschpegel

3.4.1

maximaler Schallpegel

L_{Amax}

höchster vom Messgerät während einer Fahrzeugvorbeifahrt aufgenommener A-bewerteter Schalldruckpegel unter Anwendung der Zeitbewertung F

3.4.2

SPB-Schallpegel

L_{SPB} : P, v_{ref} oder L_{SPB} : H, v_{ref}

maximaler A-bewerteter Schalldruckpegel, der bei einer Referenzgeschwindigkeit, v_{ref} , für jede Fahrzeugkategorie P oder H bestimmt wird

3.4.3

statistischer Vorbeifahrtindex

SPBI, en: Statistical Pass-By Index

Geräuschindex zum Vergleich von Deckschichten, der auf den SPB-Schallpegeln $L_{SPB: P, v_{ref}}$ und $L_{SPB: H, v_{ref}}$ beruht und die Verkehrszusammensetzung und Geschwindigkeiten der Fahrzeuge berücksichtigt

3.5 Auf die Deckschicht bezogene Begriffe

3.5.1

dichte Deckschicht

Deckschicht, deren oberer Teil einen Hohlraumanteil von höchstens 10 % (Volumenanteil) aufweist

3.5.2

offenporige Deckschicht

Deckschicht, deren oberer Teil einen Hohlraumanteil von mehr als 15 % (Volumenanteil) aufweist

3.5.3

negativ texturierte Deckschicht

Deckschicht mit einem verhältnismäßig ebenen oberen Teil und verhältnismäßig schmalen Vertiefungen zwischen den Haupt-Gesteinskörnern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Asymmetrie ihres Profils nach ISO 13472-2 ist negativ.

3.6 Auf die Abschirmplatte bezogene Begriffe

3.6.1

Abschirmplatte

rechteckige, harte, reflektierende Platte, auf der ein Mikrofon angebracht wird

3.6.2

konventionelles Mikrofon

Freifeld- oder Druckmikrofon

3.6.3

Oberflächenmikrofon

Mikrofon zur Messung des Schalldruckes, das bündig auf einer Oberfläche angebracht wird, in der keine Öffnung benötigt wird

4 Symbole und Abkürzungen

Tabelle 1 führt die in diesem Dokument verwendeten Symbole auf. Alle akustischen Variablen sind A-bewertet.

Tabelle 1 — In dieser Norm verwendete Symbole und Abkürzungen mit Wert bzw. Einheit

Symbol	Wert/Einheit	Erläuterung
$L_{Amax, i, v}$	dB	Maximaler A-bewerteter Schallpegel für Fahrzeug Nr. i bei seiner Vorbeifahrt mit Geschwindigkeit v
$L_{SPB: P, v_{ref}}$	dB	SPB-Schallpegel für Fahrzeugkategorie P (Personenkraftwagen) bei der Referenzgeschwindigkeit v_{ref}
$L_{SPB: H, v_{ref}}$	dB	SPB-Schallpegel für Fahrzeugkategorie H (Lkw) bei der Referenzgeschwindigkeit v_{ref}
L_{ASEL}	dB	Energieäquivalenter A-bewerteter Schallexpositionspegel
A	dimensionslos	Für das Geräusch-Geschwindigkeit-Verhältnis verwendete Konstante

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Wert/Einheit	Erläuterung
B	dimensionslos	Geschwindigkeitskoeffizient, d. h. Zunahme des SPB-Pegels bei einer 10-fachen Geschwindigkeitszunahme, der angewendet wird, um Abweichungen von der Referenzgeschwindigkeit v_{ref} zu korrigieren
v_{meas}	km/h	Bei einer Vorbeifahrtmessung gemessene Geschwindigkeit eines einzelnen Fahrzeugs
v_{ref}	km/h	Referenzgeschwindigkeit, die zur Normierung der SPB-Schallpegel auf eine gemeinsame Geschwindigkeit genutzt wird

5 Messprinzip

Bei dem statistischen Vorbeifahrt-Verfahren (SPB-Verfahren) werden die maximalen A-bewerteten Schalldruckpegel und die Geschwindigkeiten einer statistisch signifikanten Anzahl einzelner Fahrzeuge während ihrer Vorbeifahrt an einer festgelegten Stelle in Straßennähe gemessen. Jedes gemessene Fahrzeug wird der entsprechenden Fahrzeugkategorie zugeordnet.

Für jede Straßenklasse und jede Fahrzeugkategorie wird eine Referenzgeschwindigkeit ausgewählt. Jeder einzelne Vorbeifahrtpegel wird zusammen mit der Fahrzeuggeschwindigkeit aufgezeichnet. Für jede Fahrzeugkategorie wird eine Regressionsgerade der maximalen A-bewerteten Schalldruckpegel über dem Logarithmus der Geschwindigkeiten berechnet; wenn Letzterer eine zu hohe Unsicherheit aufzuweisen scheint, darf ein abweichendes Geräusch-Geschwindigkeit-Verhältnis angewendet werden. Aus diesem Verhältnis wird der durchschnittliche maximale A-bewertete Schalldruckpegel bei der Referenzgeschwindigkeit bestimmt. Dieser Pegel wird bei beiden Fahrzeugkategorien (P und H) SPB-Schallpegel ($L_{\text{SPB: P}, v_{\text{ref}}}$ und $L_{\text{SPB: H}, v_{\text{ref}}}$) genannt und ist das notwendige Ergebnis jeder SPB-Messung.

Für eine Einzahl-Angabe für die akustische Qualität von Deckschichten darf der statistische Vorbeifahrtindex (SPBI) berechnet werden. Dabei werden die entsprechenden SPB-Schallpegel auf energetischer Basis zusammengefasst, wobei von bestimmten Anteilen dieser Fahrzeugkategorien ausgegangen wird. Der SPBI kann für den Vergleich von Deckschichten verwendet werden, wodurch ihr Einfluss auf den Schallpegel des Verkehrs der angenommenen Zusammensetzung bestimmt werden kann. Dieser Wert eignet sich jedoch nicht zur Berechnung tatsächlicher Verkehrsräuschpegel.

6 Messgeräte

6.1 Geräte für akustische Messungen

6.1.1 Allgemeines

Die Geräte zur Messung der Schalldruckpegel, einschließlich Mikrofon(e) sowie Kabel, Windschirm(e), Aufzeichnungsgerät(e) und sonstiges Zubehör, sofern eingesetzt, müssen die Anforderungen an Geräte der Klasse 1 nach IEC 61672-1 für entsprechende Anwendungen im Freifeld oder mit diffusem Schalleinfall erfüllen. Der Frequenzbereich von 50 Hz bis 10 000 Hz (Terzmittenfrequenzen) muss abgedeckt werden. Filter müssen den Anforderungen an Geräte der Klasse 1 nach IEC 61260-1 entsprechen.

ANMERKUNG Obwohl davon ausgegangen wird, dass Frequenzen unter 100 Hz keinen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis haben, werden sie in einigen Modellen und nationalen Vorschriften [19] gefordert.

Es muss ein geeigneter Windschirm mit einem Durchmesser von mindestens 90 mm verwendet werden.

6.1.2 Verifizierung

Die Konformität des Schalldruckpegel-Messgeräts einschließlich des Mikrofons, der Filter und des Schallkalibrators mit den maßgeblichen Anforderungen von IEC 61672-1 und IEC 61260-1 bzw. IEC 60942 muss durch Vorliegen eines gültigen Konformitätszertifikats des Herstellers verifiziert werden. Für die Verifizierung sind Konformitätsprüfungen nach IEC 61672-3 und IEC 61260-3 bzw. ISO 60942:2017, Anhang B, erforderlich. Sofern anwendbar, muss das Ansprechverhalten des Mikrofons auf diffusen Schalleinfall nach einem der in IEC 61183 festgelegten Verfahren verifiziert werden.

Alle Konformitätsprüfungen müssen von einem Laboratorium durchgeführt werden, das nach ISO/IEC 17025 arbeitet und die in IEC 61672-1 und IEC 61260-1 bzw. ISO 60942 festgelegten Anforderungen an die maximal zulässige Unsicherheit erfüllt.

Sofern nationale Vorschriften nichts anderes festlegen, gilt die Empfehlung, dass der Schallkalibrator in zeitlichen Abständen von höchstens einem Jahr kalibriert werden sollte und die Konformität des Messgerätesystems mit den Anforderungen von IEC 61672-1 wie auch die Konformität von Analogfiltern mit den Anforderungen von IEC 61260-1 in zeitlichen Abständen von höchstens zwei Jahren verifiziert werden sollte.

ANMERKUNG Messungen nach IEC 61672-3 verifizieren die Konformität mit den Anforderungen von IEC 61672-1 nicht vollständig, es sei denn, sie wurden nach IEC 61672-2 typgeprüft.

6.2 Messgeräte für Fahrzeuggeschwindigkeiten

6.2.1 Allgemeines

Die maximal zulässigen Messunsicherheiten bei Geräten, die zur Messung von Fahrzeuggeschwindigkeiten verwendet werden, muss in dem Moment, in dem das Fahrzeug an dem Mikrophon vorbeifährt, $\pm 2,5$ % betragen.

Es sollten keine Messeinrichtungen verwendet werden, die ein erhebliches Geräusch verursachen können, wenn sich die Reifen eines Fahrzeugs an ihnen vorbeibewegen.

6.2.2 Verifizierung

Die Konformität des Gerätes zur Messung der Geschwindigkeit muss anhand eines gültigen Konformitätszertifikates vom Hersteller nachgewiesen werden.

ANMERKUNG Die Konformität des Gerätes zur Messung der Geschwindigkeit sollte in zeitlichen Abständen von höchstens zwei Jahren verifiziert werden.

6.3 Geräte für Temperaturmessungen

6.3.1 Allgemeines

Die Geräte zur Messung der Temperatur der Luft und (optional) der Straße müssen eine maximal zulässige Messunsicherheit von ± 1 °C aufweisen, wie vom Hersteller festgelegt. Infrarotmessgeräte dürfen nicht für die Messung der Lufttemperatur verwendet werden.

Die verwendete Sensorart muss angegeben werden.

6.3.2 Verifizierung

Die Geräte müssen nach den Festlegungen des Herstellers kalibriert werden. In den meisten Fällen ist eine jährliche Kalibrierung durch ein Laboratorium erforderlich, das autorisiert ist, Kalibrierungen nach entsprechenden Normen durchzuführen.

7 Messorte

7.1 Auswahl des Messortes

Bei der Auswahl des Messortes ist Folgendes zu beachten:

- Der Messort muss sich neben einem Straßenabschnitt befinden, dessen akustischen Eigenschaften der Deckschicht repräsentativ für die Art der Deckschicht sind und dessen physikalische Bedingungen zwischen Fahrbahn und Mikrofon sowie Umgebung den akustischen Anforderungen entsprechen.
- Jeder zu prüfende Straßenabschnitt muss in beide Richtungen vom Mikrofon aus jeweils mindestens 30 m lang sein. Wenn eine erhebliche Anzahl an Lkw eine Länge von mehr als 20 m aufweist, wird dieser Abstand auf 50 m vergrößert.
- Die Straße muss im Wesentlichen eben und gerade sein. Straßen mit leichten Kurven oder einer Steigung bzw. einem Gefälle von $\leq 2\%$ dürfen als gültige Messorte angesehen werden.
- Die Anforderungen nach Abschnitt 11 an das Fremdgeräusch am Messort muss beachtet werden. Siehe auch 8.2 zur Auswahl der Fahrzeuge.
- Der Zustand der Deckschicht sollte über den gesamten Messabschnitt einheitlich sein. Eine geeignete Möglichkeit zur Überprüfung der Einheitlichkeit besteht darin, eine Messung nach dem Nahfeld-Verfahren (CPX, en: close-proximity level) (ISO 11819-2) in dem Messabschnitt durchzuführen und aufzuzeichnen, wie typisch der CPX-Pegel an der vorgesehenen SPB-Messstelle ist. Bei dichten Deckschichten wäre eine Messung der mittleren Profiltiefe (MPD, en: mean profile depth) nach ISO 13473-1 ausreichend.
- Die Deckschicht sollte in einem guten Zustand sein, sofern die Absicht der Untersuchung nicht darin besteht, die Auswirkung des Zustandes der Straße auf die Verkehrsgeräusche zu bestimmen. Deckschichten, die z. B. ungewöhnlich hohe Unebenheiten, Risse in der Oberfläche, Bitumenausstritte, übermäßige Kornausbrüche oder Dehnungsfugen aufweisen, gelten für die Klassifizierung von Deckschichten in der Regel als ungeeignet.

ANMERKUNG Da einige Arten von Deckschichten ihre akustischen Eigenschaften verhältnismäßig schnell nach der Verkehrsfreigabe ändern, sind Messungen an frisch aufgetragenen Deckschichten von begrenzter Gültigkeit.

7.2 Abweichungen von den Freifeldbedingungen

Für die Klassifizierung von Deckschichten sollte das Mikrofon im akustischen Freifeld aufgestellt sein. Schallreflexionen von Oberflächen wie etwa Gebäudefassaden, Schutzmauern, Lärmschutzwänden, Straßeneinschnitten und Böschungen müssen mindestens 10 dB unter dem Pegel des zu messenden Direktschalls liegen. In der Regel herrschen dann annähernd Freifeldbedingungen, wenn sich innerhalb eines Radius von 25 m um das Mikrofon herum mit Ausnahme des Erdbodens keine reflektierenden Objekte befinden.

7.3 Erwägungen über Schutzplanken und andere Schutzeinrichtungen, die Schall reflektieren oder abschirmen können

Innerhalb eines Rechtecks mit einer Größe von (30×22) m, das in Bild 1 mit einer gestrichelten Linie dargestellt ist, dürfen keine großen reflektierenden Oberflächen wie Schutzwände, große Verkehrsschilder oder Böschungen vorhanden sein. Wenn sich innerhalb des Rechtecks Schutzwände, große Verkehrsschilder oder andere große Objekte befinden, müssen sie nach Möglichkeit vor den Messungen entfernt oder mit einem wirk-samen schallabsorbierenden Material abgedeckt werden. Das Vorhandensein solcher Oberflächen und die Art der Abdeckung müssen im Bericht genau angegeben werden.

Schutzzäune beeinflussen die Messergebnisse üblicherweise nicht und können bei der Auswahl des Messortes und der Mikrofonposition außer Acht gelassen werden. An manchen Lärmschutzwänden führen die Maßnahmen zur Verringerung der Schallreflexionen nicht zu einer ausreichenden Schallabsorption, um solche Schutzeinrichtungen innerhalb des Rechtecks nach Bild 1 zuzulassen.

ANMERKUNG 1 In der Normenreihe ISO 11819 ist eine Schutzwand eine Betonwand zum Schutz der Fahrzeuge vor dem Abkommen von der Straße oder Überqueren des Mittelstreifens.

ANMERKUNG 2 In der Normenreihe ISO 11819 ist eine Schutzplanke eine an starren Pfosten angebrachte Metallplanke oder -platte zum Schutz der Fahrzeuge vor dem Abkommen von der Straße oder Überqueren des Mittelstreifens. Es gibt auch Schutzplanken, die aus an starren Pfosten verspannten Stahldrähten bestehen.

ANMERKUNG 3 In der Normenreihe ISO 11819 ist ein Schutzzaun ein an Stützpfehlern angebrachtes Gefüge aus Draht (üblicherweise Maschendraht), um Tiere oder Personen daran zu hindern, auf die Fahrbahn zu gelangen.

ANMERKUNG 4 Wenn es unmöglich ist, ein Problem zu umgehen, kann die in 9.1 beschriebene optionale Mikrofonposition (3 m) Abhilfe schaffen.

7.4 Fläche zwischen der geprüften Deckschicht und dem Mikrofon

Idealerweise sollte die Fläche zwischen der Mikrofonposition und dem Rand des Messfahrstreifens mit demselben Material bedeckt sein, aus dem die Deckschicht des Messfahrstreifens besteht. An manchen Standorten kann es jedoch unmöglich sein, diese Bedingung zu erfüllen. Wenn Messungen zur Klassifizierung von Deckschichten durchgeführt werden, ist es erforderlich, sicherzustellen, dass mindestens die Hälfte der Fläche zwischen der Mitte des Messfahrstreifens und dem Mikrofon ähnliche akustische Eigenschaften wie die zu prüfende Deckschicht aufweist und im Wesentlichen auf der gleichen Höhe wie die Deckschicht liegt (siehe Bild 1). Dies kann erreicht werden, indem Flächen, die nicht den Anforderungen entsprechen, mit einem geeigneten Material abgedeckt werden. Die Entscheidung über die Auswahl dieses Materials liegt bei der für die Messung verantwortlichen Person. Im Bild 1 sind die Winkel dargestellt, in denen die Abdeckung erfolgen sollte. Wenn dieses Vorgehen angewendet wird, müssen alle Einzelheiten im Bericht festgehalten werden.

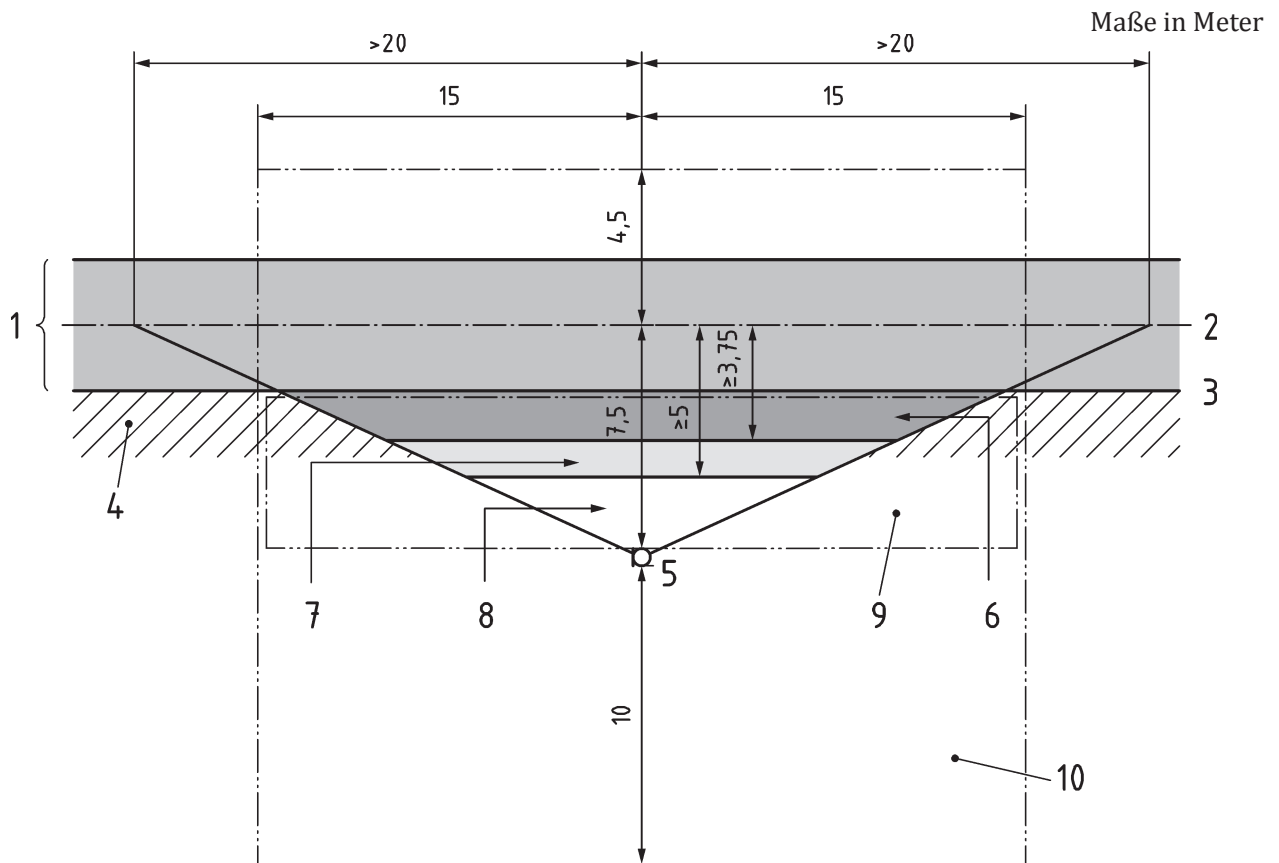
Der Bereich bis zu 3,75 m zum Mikrofon darf Grasland oder eine andere Oberfläche mit signifikanter Absorption sein. Alle Pflanzen auf dieser Fläche müssen jedoch so kurz wie möglich gehalten werden.

Gräben oder sonstige deutliche Vertiefungen am Straßenrand müssen mindestens 5 m von der Mitte des Messfahrstreifens entfernt sein.

Wenn diese Ausbreitungsbedingungen nicht erfüllt werden können, ist die Stelle ungeeignet für Messungen zur akustischen Klassifizierung. Tabelle 2 enthält eine informative Übersicht darüber, wie verschiedene schallabsorbierende oder -reflektierende Umgebungen, die den vorstehenden Ausbreitungsbedingungen nicht vollständig entsprechen, die Messungen beeinflussen können.

ANMERKUNG 1 In Bild 3 ist für Fälle, in denen es schwierig ist, mit der „üblichen“ Mikrofonposition den Anforderungen zu entsprechen, ein Mikrofon auf der anderen Straßenseite festgelegt.

ANMERKUNG 2 Für die Gesamt-SPB-Pegel ist die Bodenbedeckung in dem Bereich bis zu 3,75 m, der dem Mikrofon am nächsten ist (Bereiche 7 und 8 in Bild 1), unbedeutend; die Spektren könnten jedoch erheblich verzerrt werden, wenn die Oberfläche schallweich ist oder eine Vertiefung aufweist.



Legende

- | | |
|--|---|
| 1 Messfahrstreifen (zu prüfende Deckschicht) | 6 Mindestfläche, die mit einem Material bedeckt ist, das eine ähnliche Schallabsorption aufweist wie die zu prüfende Deckschicht |
| 2 Mitte des Messfahrstreifens | 7 Bereich, in dem kein Graben und keine deutliche Vertiefung vorhanden sein sollte, die Bodenbedeckung jedoch unbedeutend ist |
| 3 Kennzeichnung der Fahrbahnkante | 8 keine Anforderungen in Bezug auf Gräben oder Vertiefungen oder die Bodenbedeckung |
| 4 Bankett oder andersartiger Straßenrand | 9 in dem von der gepunkteten Linie zwischen Mikrofonposition und Messfahrbahn begrenzten Bereich sind keine Schutzplanken, großen Schilder oder Schutzwände zulässig |
| 5 Mikrofonposition | 10 in dem von der gestrichelten Linie begrenzten Bereich sind keine reflektierenden Schutzwände zulässig, sofern sie nicht mit einem schallabsorbierenden Material abgedeckt sind |

Bild 1 — Anforderungen bezüglich der Freiheit von reflektierenden oder abschirmenden Schutzwänden, großen Schildern oder Schutzplanken und bezüglich der Mindestfläche mit einer akustisch geeigneten Oberfläche zwischen Messfahrstreifen und Mikrofon

Tabelle 2 — Geschätzte Auswirkungen verschiedener schallreflektierender oder schallabsorbierender Objekte auf die A-bewerteten Schallpegel an der Mikrofonposition

Objekt oder Oberfläche	Mögliche Auswirkung an der 1,2 m hohen Mikrofonposition	Mögliche Auswirkung an der 3 m hohen Mikrofonposition	Bemerkungen
Bei einer Straße mit zwei oder mehr Fahrstreifen in jeder Richtung:			
Schutzwand auf dem Mittelstreifen der Straße	Etwa 0,5 dB Erhöhung (weniger bei drei Fahrstreifen)	Etwa 0,7 dB Erhöhung (weniger bei drei Fahrstreifen)	Einige Frequenzen können um bis zu 1,5 dB beeinflusst werden
Schutzwand auf dem Mittelstreifen mit Streben mit einer Breite von < 100 mm	Keine signifikante Auswirkung	Keine signifikante Auswirkung	
Schutzplanke (Höhe der Planke 0,5 m) neben der Straße	Bis zu 4 dB Verringerung	Bis zu 1 dB Erhöhung	
Schutzwand oder Lärmschutzwand neben der Straße mit einer Höhe von < 1 m	Bis zu 10 dB Verringerung	Bis zu 3 dB Verringerung	
Runde oder dreieckige Verkehrsschilder mit einem Abstand zum Mikrofon von > 5 m	Keine Auswirkung	Keine Auswirkung	
Weicher Untergrund in den Bereichen 6, 7 und 8 in Bild 1	Gesamtpegel beeinflusst um bis zu 0,5 dB	Gesamtpegel beeinflusst um <0,5 dB	Einige Frequenzen können um bis zu 1,5 dB beeinflusst werden
Weicher Untergrund in den Bereichen 7 und 8 in Bild 1	Keine signifikante Auswirkung auf die Gesamtpegel	Keine signifikante Auswirkung auf die Gesamtpegel	Einige Frequenzen können um bis zu 1,5 dB beeinflusst werden
Weicher Untergrund oder Graben oder Vertiefung in Bereich 8 in Bild 1	Keine signifikante Auswirkung	Keine signifikante Auswirkung	Einige Frequenzen können um bis zu 1 dB beeinflusst werden
Graben oder Vertiefung in Bereich 7 in Bild 1	Keine signifikante Auswirkung auf die Gesamtpegel	Keine signifikante Auswirkung auf die Gesamtpegel	Einige Frequenzen können um bis zu 1,5 dB beeinflusst werden
Kleines oder großes Gebäude oder Fahrzeug < 25 m vom Mikrofon entfernt	Bis zu 1,5 dB Erhöhung bei reflektierendem Untergrund	Bis zu 1,5 dB Erhöhung bei reflektierendem Untergrund	
Bei einer Straße mit einem einzigen Fahrstreifen in jeder Richtung:			
Schutzwand auf dem Mittelstreifen der Straße	Etwa 1 dB Erhöhung	Etwa 1,3 dB Erhöhung	Einige Frequenzen können um bis zu 2,5 dB beeinflusst werden

7.5 Abschirmplatte

In Fällen, in denen die Anforderungen bezüglich der Freifeldbedingungen hinter dem Mikrofon nur schwer zu erfüllen sind, ist die Anwendung des in Anhang C beschriebenen Verfahrens mit Abschirmplatte zu erwägen.

8 Verkehrsbedingungen

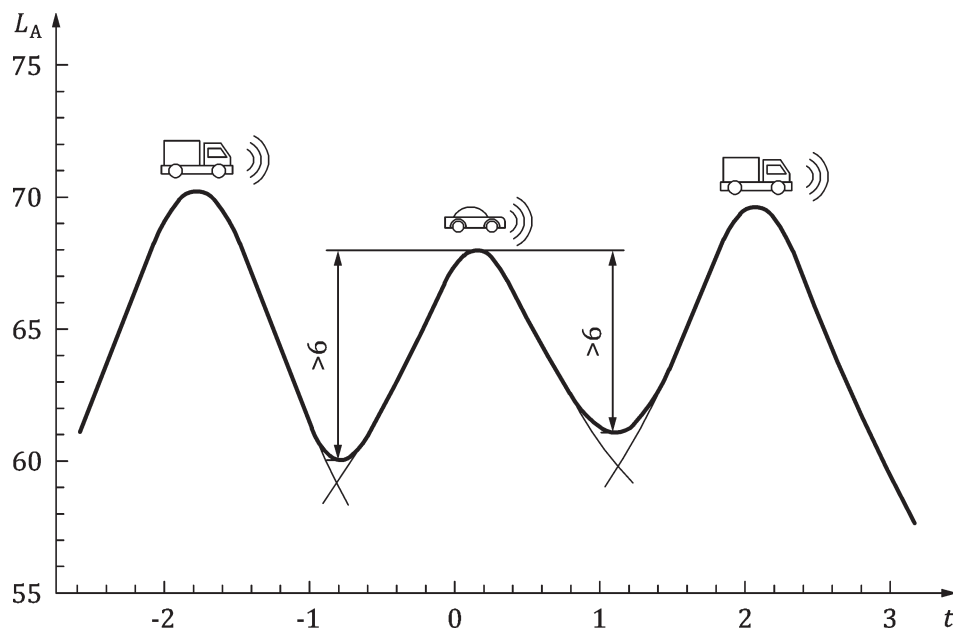
8.1 Fahrzeugklassifikation

Es dürfen nur Fahrzeuge gemessen werden, die eindeutig einer der in Anhang A beschriebenen (und unter 3 festgelegten) Kategorien zugeordnet werden können. Wenn Zweifel an der Zuordnung eines Fahrzeugs bestehen, muss die Messung an diesem Fahrzeug für die Untersuchung verworfen werden.

8.2 Auswahl der Fahrzeuge für die Messung

Es dürfen nur Messungen für einzelne Fahrzeugvorbeifahrten durchgeführt werden, die akustisch eindeutig von dem übrigen Straßenverkehr separiert werden können. Die folgenden Kriterien müssen herangezogen werden, um zu entscheiden, ob eine Fahrzeugvorbeifahrt separiert werden kann:

- a) Kurz vor und kurz nach der Vorbeifahrt eines Fahrzeugs, das für eine Messung vorgesehen ist, muss der A-bewertete Schalldruckpegel mindestens 6 dB unter dem gemessenen maximalen A-bewerteten Schalldruckpegel bei der Vorbeifahrt liegen. Siehe Bild 2.



Legende

t Zeit, in s

L_A A-bewerteter Schallpegel, in dB

Bild 2 — Erforderliches Signal-Rausch-Verhältnis für Vorbeifahrten einzelner Fahrzeuge. Die durchgezogene dicke Linie stellt den Gesamt-Schallpegel des untersuchten Fahrzeugs dar, das zwischen zwei störenden Fahrzeugen fährt

- b) Bei der Auswahl von Fahrzeugen für die Messung sollte auch sichergestellt werden, dass Geräusche von anderen Fahrzeugen, die das zu messende Fahrzeug überholen oder die auf der Gegenfahrbahn verkehren, das Messergebnis nicht beeinflussen. In diesen Fällen ist es möglich, dass die maximalen Schallpegel des zu messenden Fahrzeugs und des übrigen Verkehrs nahezu zeitgleich erzeugt werden, sodass die gemessenen Spitzen nicht mehr separiert werden können. Solche Messungen müssen verworfen werden.

- c) Nur Fahrzeuge, die als repräsentativ für die jeweilige Verkehrszusammensetzung angesehen werden, dürfen berücksichtigt werden.
- d) Messergebnisse von Fahrzeugen, die eindeutig ungewöhnliche oder atypische akustische Eigenschaften aufweisen, die auf fehlerhafte oder modifizierte Auspuffanlagen, klappernde Aufbauten oder akustische Warnsignale zurückzuführen sind, müssen verworfen werden. Auch Fahrzeuge mit Hilfsaggregaten, die hörbare Geräusche erzeugen, sollten unberücksichtigt bleiben.
- e) Es sollten nur die Schallpegel von Fahrzeugen gemessen werden, die mit offensichtlich konstanter Geschwindigkeit fahren. Einzelne Fahrzeuge, die offensichtlich deutlich neben der Mitte des Messfahrstreifens fahren, müssen von der Untersuchung ausgeschlossen werden.

Weitere Bedingungen sind im Abschnitt 11 enthalten.

8.3 Mindestanzahl an Fahrzeugen

Zur Klassifizierung der Deckschichten muss eine Mindestanzahl an Fahrzeugen gemessen werden.

Um zufällige Messunsicherheiten zu verringern, muss in jeder Fahrzeugkategorie die folgende Mindestanzahl an Fahrzeugen gemessen werden:

- Kategorie P (Pkw): mindestens 100;
- Kategorie H (Lkw, d. h. H2 und H3+ zusammen): mindestens 40.

Siehe auch 13 für die zu erwartende Messunsicherheit.

ANMERKUNG Die Mindestanzahlen werden aus einem Abgleich von Messunsicherheit und Präzision und der Zeit, die für die Messung der gewünschten Anzahl an Fahrzeugen des tatsächlichen Verkehrs benötigt wird, bestimmt. Für Kategorie H beispielsweise erhöht sich die Messunsicherheit für LSPB:H um etwa 0,2 dB, wenn die Anzahl von 50 auf 40 verringert wird. Wenn die Anzahl jedoch von 50 auf 80 erhöht wird, verringert sich die Messunsicherheit um etwa 0,1 dB [1].

8.4 Geschwindigkeitsklassen der Straße

Für die Klassifizierung von Deckschichten ist eine Unterteilung in die drei unter 3.2 festgelegten Geschwindigkeitsklassen der Straße erforderlich. Jede der drei Klassen ist mit einer Referenzgeschwindigkeit verknüpft, die für die Normierung der Schallpegel anzuwenden ist, siehe auch 12.6. Das akustische Verhalten von Deckschichten kann für diese Geschwindigkeitsklassen der Straße unterschiedlich sein.

Die Schallpegel $L_{SPB: P, v_{ref}}$ und $L_{SPB: H, v_{ref}}$ müssen stets für mindestens eine der Geschwindigkeitsklassen der Straße angegeben werden.

9 Messverfahren

9.1 Mikrofonposition

Der horizontale Abstand zwischen der Mikrofonposition und der Mitte des Fahrstreifens, auf dem die zu messenden Fahrzeuge fahren, muss $(7,5 \pm 0,1)$ m betragen. Die Mikrofonposition ist in Bild 1 dargestellt.

Wenn es sich um eine Straße mit zwei Fahrstreifen handelt (ein Fahrstreifen in jeder Richtung) und das dem Prüffahrstreifen am nächsten gelegene Bankett zu schmal ist, um eine Oberfläche mit geeigneter akustischer Reflexion darzustellen (siehe 7.4), kann in diesem Ausnahmefall eine Mikrofonposition auf der anderen Straßenseite genutzt werden (Mikrofonabstand nach wie vor 7,5 m).

Wenn bei einer Straße mit zwei Fahrstreifen in jeder Richtung (Bild 3 (a)) das Bankett zu schmal ist, um eine geeignete akustische Reflexion nach 7.4 zu bieten, muss zunächst erwogen werden, ob eine Umleitung des

Verkehrs auf den Überholstreifen umsetzbar und sicher ist. Ist das nicht möglich, darf stattdessen die Mikrofonposition 2 gewählt werden.

Bei den angegebenen Beispielen wird von Rechtsverkehr ausgegangen. Bei Linksverkehr müssen die Positionen umgekehrt werden.

Das Mikrofon muss eine Höhe von $(1,2 \pm 0,1)$ m über der Oberfläche des Fahrstreifens aufweisen. Sofern vom Hersteller des Schallpegelmessers nicht anders festgelegt, muss das Mikrofon horizontal und senkrecht zur Fahrtrichtung der Fahrzeuge ausgerichtet werden.

Membran und Ständer bzw. Halterung des Mikrofons sollten einen Abstand von mindestens 0,1 m zueinander aufweisen, um den Einfluss von Schallbeugungen oder -reflexionen auszuschließen.

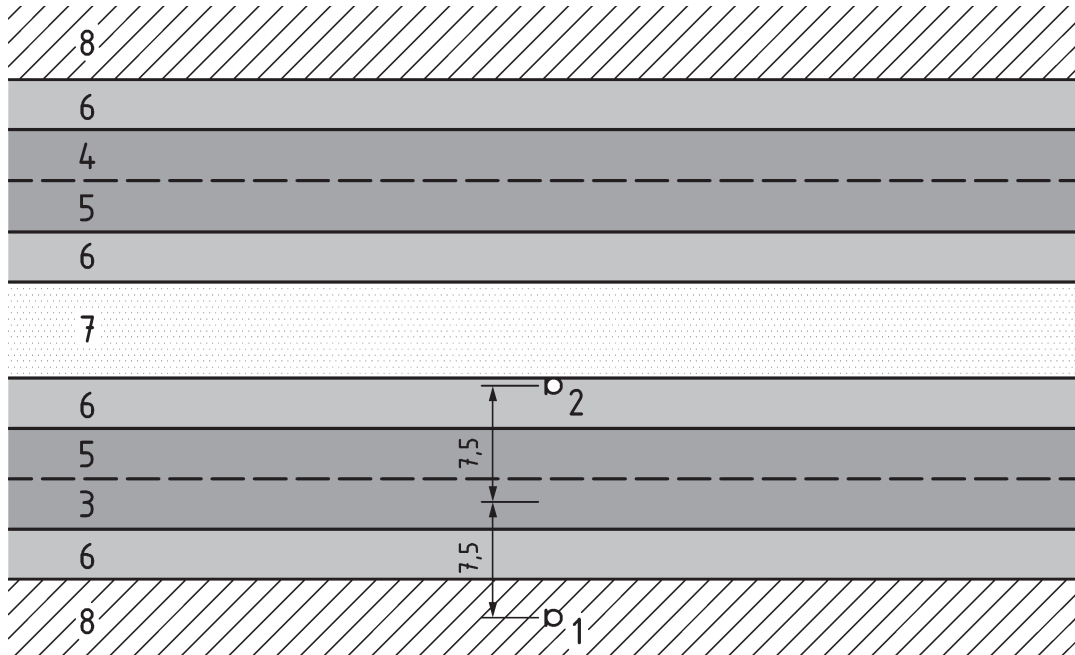
In Fällen, in denen reflektierende Objekte wie Schutzwände die Ergebnisse bei der üblichen Mikrofonposition beeinflussen könnten, kann eine zusätzliche (optionale) Mikrofonposition bei $(3,0 \pm 0,1)$ m über der Oberfläche des Fahrstreifens genutzt werden. Für die Ausrichtung des Mikrofons gelten die zuvor beschriebenen Anforderungen. Siehe 12.1 für die Verarbeitung dieser Messergebnisse.

Es wird empfohlen, die zusätzliche Mikrofonposition als ergänzende Position für Fälle zu nutzen, in denen Schallbeugungen und -reflexionen durch Objekte in der Nähe des Bodens ein Problem darstellen können, oder wenn die Oberflächenbedingungen nach Bild 1 nicht erfüllt werden können. Sie kann auch dann eine nützliche Ergänzung sein, wenn die vertikale Richtwirkung der Geräuschemission ein wichtiger Aspekt ist.

- Entwurf -

E DIN EN ISO 11819-1:2022-02
prEN ISO 11819-1:2021 (D)

Maße in Meter

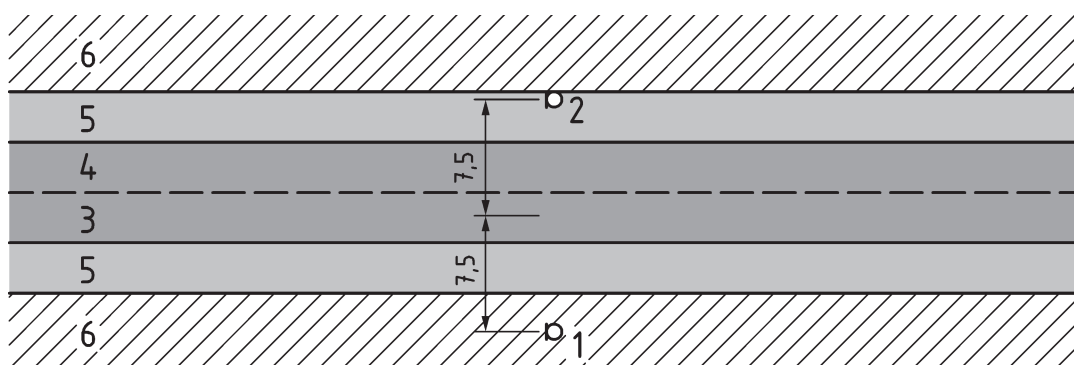


Legende

- 1 Mikrofonposition 1
- 2 Mikrofonposition 2
- 3 Fahrstreifen (Messfahrstreifen)
- 4 Fahrstreifen
- 5 Überholstreifen
- 6 Bankett
- 7 Mittelstreifen
- 8 Straßenrand, z. B. Gras oder Kies

a) Autobahn (oder ähnliche Straße) mit zwei Fahrstreifen in jeder Richtung

Maße in Meter



Legende

- 1 Mikrofonposition 1
- 2 Mikrofonposition 2
- 3 Fahrstreifen (Messfahrstreifen)
- 4 Gegenfahrstreifen
- 5 Bankett
- 6 Straßenrand, z. B. Gras oder Kies

b) Straße mit einem Fahrstreifen in jeder Richtung

Bild 3 — Typische Straßenformen und Mikrofonpositionen

9.2 Kalibrierung

Zu Beginn und am Ende jeder Messreihe muss das gesamte System zur Messung des Schalldruckpegels unter Einsatz eines Schallkalibrators, der die Anforderungen an Geräte der Klasse 1 nach IEC 60942 erfüllt, bei einer oder mehreren Frequenz(en) überprüft werden. Ohne Einstellung muss die Differenz zwischen den Ablesewerten zweier aufeinanderfolgender Überprüfungen höchstens 0,5 dB betragen. Wird dieser Wert überschritten, müssen die nach der vorhergehenden zufriedenstellenden Überprüfung erhaltenen Messergebnisse verworfen werden.

9.3 Messung des Geräuschpegels

Während jeder Fahrzeugvorbeifahrt muss der maximale A-bewertete Schalldruckpegel L_{Amax} mit der Zeitbewertung F gemessen werden.

9.4 Messung des Frequenzspektrums

Die Frequenzspektren müssen in Terzbändern mit der Zeitbewertung F gemessen werden. Das Spektrum muss dann aufgenommen werden, wenn der A-bewertete Schalldruckpegel bei der Fahrzeugvorbeifahrt seinen Höchstwert erreicht hat.

Es wird empfohlen, das Frequenzspektrum mit einer auf jedes Frequenzband angewendeten A-Bewertung darzustellen.

9.5 Messung der Geschwindigkeit

Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss ungefähr in dem Augenblick gemessen werden, in dem sich der Mittelpunkt des Fahrzeugs an dem Mikrofon vorbeibewegt.

Wenn die Messung mit einem von der Straßenseite aus auf das Fahrzeug gerichteten Radargerät vorgenommen wird, ist die gemessene Geschwindigkeit aufgrund des Messwinkels geringer als die tatsächliche Geschwindigkeit. Es ist wichtig, diesen Effekt zu korrigieren. Wenn das Radargerät nicht selbsttätig korrigiert, muss der Messwert von Hand korrigiert werden.

Siehe auch Anmerkung 2 für Vorsorgemaßnahmen bei der Geschwindigkeitsklasse der Straße für niedrige Geschwindigkeiten.

9.6 Temperaturmessung

Die Temperatur der Luft und der Deckschicht während der Messung muss nach ISO/TS 13471-2 gemessen werden.

10 Meteorologische Bedingungen

10.1 Wind

Während der Messung darf die Windgeschwindigkeit in Mikrofonhöhe nicht mehr als 5 m/s betragen.

10.2 Temperatur

Messungen dürfen nur dann durchgeführt werden, wenn die Deckschichten trocken sind und die Lufttemperatur zwischen 5 °C und 35 °C liegt, es sei denn, die Messung dient gezielt dem Zweck, den Einfluss des Wetters oder anderer Umweltbedingungen auf die Schallemission zu bestimmen.

Es wird empfohlen, Messungen bei Lufttemperaturen durchzuführen, die möglichst nahe an der Referenzlufttemperatur von 20 °C liegen.

10.3 Empfehlungen zur Feuchte der Deckschichten

Es kann davon ausgegangen werden, dass eine Deckschicht ausreichend trocken für die Messungen ist, wenn die Mindestzeiten für das Trocknen nach Niederschlägen aus Tabelle 3 beachtet werden [3]. Da die tatsächliche Trocknungsdauer jedoch von Wind und Sonneneinstrahlung abhängt, dürfen die angegebenen Werte entsprechend angepasst werden.

Sofern nicht mehr als zwei Tage seit dem letzten Niederschlag verstrichen sind, wird empfohlen, zu überprüfen, ob eine Oberfläche, von der angenommen wird, dass sie einen signifikanten Hohlraumanteil aufweist, noch eine Restfeuchte enthält.

Dazu wird Druckluft in die Deckschicht geblasen, z. B. mit einer Luftpistole mit Pistolengriff oder einer Sprühdose mit Druckluft, die vertikal auf die Oberfläche gerichtet wird. Restfeuchte zeigt sich in Form einer deutlich sichtbaren Sprühwolke. Die Oberfläche kann als trocken angesehen werden, wenn sich bei fünf Prüfungen an repräsentativen Punkten entlang der Deckschicht keine Sprühwolke zeigt. Es kann auch Löschpapier verwendet werden, um vorhandenes Wasser nachzuweisen.

ANMERKUNG 1 Die Erfahrung mit Schallmessungen an offenporigen Deckschichten hat gezeigt, dass A-bewertete Pegel durch Restfeuchte auf einer anscheinend trockenen Oberfläche um bis zu 2 dB beeinflusst werden können.

ANMERKUNG 2 Die Prüfung kann mithilfe eines tragbaren Kompressors durchgeführt werden. Ein kurzer Druckluftstoß mit 0,5 kPa bis 0,8 kPa ist für die Prüfung ausreichend.

Tabelle 3 — Empfohlene Mindestzeiten zwischen Niederschlag und Messung

Art der Deckschicht	Empfohlener Zeitraum vor Messungen	Bemerkungen
Dichte, undurchlässige Deckschichten, z. B. warmgewalzter Asphalt, dichter Asphaltbeton, Zementbeton	Keine besondere Zeit	Einschätzung durch Sichtprüfung
Negativ texturierte Deckschichten, die potentiell große Vertiefungen enthalten, z. B. Splittmastixasphalt und dünne Asphaltschichten	3 h	Einschätzung durch Sichtprüfung
Offenporige (durchlässige) Deckschichten	24 h bis 48 h	Der niedrigere Wert ist nur dann zulässig, wenn während des Tages Sonneneinstrahlung und eine signifikante Luftbewegung über der Oberfläche durch Wind oder Verkehr stattgefunden haben. Ferner sollte die Tagesdauer nicht zu kurz sein.

11 Fremdgeräusch

A-bewertete Schalldruckpegel, die nicht von dem Verkehr auf der Straße erzeugt werden, müssen mindestens 10 dB unter dem maximalen Schallpegel der leisesten aufgezeichneten Fahrzeugvorbeifahrt liegen. Siehe 8.2 zu von anderen Fahrzeugen verursachten Schalldruckpegeln.

Messungen, die durch Böen, Fremdgeräusch oder andere Geräuschquellen offensichtlich beeinträchtigt werden, müssen verworfen werden.

12 Normierung der Daten

12.1 Kompensation der Auswirkungen der zusätzlichen (höheren) Mikrofonposition

Wenn die höhere Mikrofonposition genutzt wurde, müssen die bei 3,0 m gemessenen maximalen Schallpegel (einschließlich Spektralpegeln) bei dichten Deckschichten um 1,0 dB und bei offenporigen Deckschichten (Hohlräume $\geq 15\%$) um 0,7 dB erhöht werden, um die Ergebnisse für eine Mikrofonhöhe von 1,2 m angeben zu können.

ANMERKUNG 1 Die Korrekturkonstanten wurden auf der Grundlage von Messungen bestimmt, die von WG 33 zusammengetragen wurden, beispielsweise u. a. nach [2]. Die Toleranz der Konstanten für unterschiedliche Eigenschaften von Deckschichten liegt bei etwa $\pm 0,5$ dB (Maximum sowohl für dichte als auch offenporige Deckschichten). Dies wird in der Unsicherheitsanalyse berücksichtigt. Für Frequenzband-Pegel könnten etwas andere Korrekturkonstanten erforderlich sein.

ANMERKUNG 2 Die Daten für die beiden Mikrofonpositionen könnten sich möglicherweise unterscheiden. Beide weisen Vor- und Nachteile auf. Der Benutzer muss entscheiden, welche die genaueste für den gemessenen Fall ist.

12.2 Kombination der Fahrzeugkategorien H2 und H3+ zu einer gemeinsamen Lkw-Kategorie H

Der SPB-Schallpegel und die damit verbundenen Frequenzspektren in Terzbandpegeln für jedes Fahrzeug der Kategorie H2 (wenn gemessen) müssen durch Addition von 2,7 dB auf den generischen Pegel der Katego-

rie H3+ normiert werden. So werden alle Lkw der Kategorien H2 und H3+ in einer einzigen Lkw-Kategorie H zusammengefasst.

ANMERKUNG 1 Mit der Ausnahme von städtischen Gebieten überwiegt die Anzahl der gemessenen Fahrzeuge der Kategorie H3+ üblicherweise gegenüber der Kategorie H2. Um die Mindestanzahl an gemessenen Lkw zu erreichen, wird die Nutzung von Daten beider Fahrzeugkategorien bevorzugt, was durch die vorstehende Normierung möglich wird. Messungen von Fahrzeugen der Kategorie H2 sind jedoch nicht erforderlich, wenn solche Fahrzeuge in dem Verkehrsfluss unüblich sind.

ANMERKUNG 2 Die Differenz von 2,7 dB ist das Ergebnis einer umfangreichen Sammlung verfügbarer Daten durch die Arbeitsgruppe, die diese Norm erarbeitet hat. Sie beruht auf den Definitionen der Fahrzeugkategorien in Anhang A.

12.3 Geräusch-Geschwindigkeit-Verhältnis – Regressionsanalyse (für Pkw)

Das Folgende gilt nur für Pkw.

Im Allgemeinen wird angenommen, dass Schalldruckpegel nach folgendem Verhältnis mit der Geschwindigkeit zunehmen:

$$L_{Amax,i,v} = A + B \cdot \lg v_i \quad (1)$$

Dabei ist

$L_{Amax,i,v}$ der gemessene maximale Schallpegel für Personenkraftwagen Nr. i, in dB;

A eine Konstante;

B eine Konstante, als Geschwindigkeitskoeffizient bezeichnet (auf die nächste Dezimalstelle gerundet);

v_i die Geschwindigkeit von Fahrzeug Nr. i, in km/h.

Die Daten für die gemessenen maximalen Schallpegel und die Geschwindigkeit jedes einzelnen Fahrzeugs müssen mithilfe der Regressionsanalyse des Schallpegels über dem Logarithmus der Geschwindigkeit, aus der die Konstanten A und B bestimmt werden, ausgewertet werden. Die so erhaltene Gleichung muss angegeben werden als:

$$L_{SPB:P,v} = A + B \cdot \lg v \quad (2)$$

Dabei ist

$L_{SPB:P,v}$ der SPB Pegel für Personenkraftwagen (P) in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit v , in dB;

A, B anhand der Regressionsanalyse bestimmte Konstanten;

v die Fahrzeuggeschwindigkeit, in km/h.

Sinnvoll ist die Erstellung eines Regressionsdiagramms, wie in Anhang D dargestellt. In diesem Diagramm müssen die 95%-Vertrauensgrenzen für die Regressionsgerade berechnet und addiert werden. Anhang D enthält Angaben dazu, wie diese Grenzen berechnet werden.

12.4 Geräusch-Geschwindigkeit-Verhältnis – Normierung auf die Referenzgeschwindigkeit (für Lkw)

Das Folgende gilt nur für Lkw.

Es wird angenommen, dass Schalldruckpegel nach folgendem Verhältnis mit der Geschwindigkeit zunehmen:

$$L_{Amax:j,v} = A + B \cdot \lg v \quad (3)$$

Dabei ist

$L_{Amax:j,v}$ der gemessene maximale Schallpegel für Lkw Nr. j, der mit Geschwindigkeit v vorbeifährt, in dB;

A eine Konstante;

B eine Konstante, als Geschwindigkeitskoeffizient bezeichnet (auf die nächste Dezimalstelle gerundet);

v die Fahrzeuggeschwindigkeit, in km/h.

Bei Lkw zeigt sich beim Auftragen der Datenpunkte in einem Regressionsdiagramm des Schallpegels über dem Logarithmus der Geschwindigkeit (wie auch bei Personenkraftwagen) üblicherweise eine sehr große Streuung der Schallpegel bei einem gleichzeitig verhältnismäßig schmalen Geschwindigkeitsbereich. Deshalb kann es bei der Bestimmung der Konstante B zur Einführung einer Messunsicherheit kommen. Die Messunsicherheit kann verringert werden, wenn B durch Messungen mit einer großen Anzahl an Fahrzeugen, die sich in einem großen Geschwindigkeitsbereich fortbewegen, vorherbestimmt wird.

Aus diesem Grund wird ein generischer Geschwindigkeitskoeffizient B ausgewählt, der in Tabelle 4 angegeben ist.

Tabelle 4 — Generischer Geschwindigkeitskoeffizient B für drei Kategorien von Deckschichten, der für Lkw anzuwenden ist

Fahrzeugkategorie	Zementbeton	Offenporiger Asphaltbeton (≥ 18 % Hohlräume)	Alle sonstigen Deckschichten (< 18 % Hohlräume)
H (H3+ und H2)	30	25	25

ANMERKUNG Die generischen Geschwindigkeitskoeffizienten sind das Ergebnis einer umfangreichen Sammlung verfügbarer Daten durch die Arbeitsgruppe, die diese Norm erarbeitet hat. Eine mögliche Messunsicherheit von B von ± 5 resultiert in einer Messunsicherheit von lediglich $\pm 0,25$ dB bei einer Geschwindigkeitsdifferenz von ± 10 km/h.

Zunächst wird das arithmetische Mittel $L_{Aave,H}$ aller maximalen Schallpegel für alle angenommenen Vorbeifahrten von H-Fahrzeugen zusammen mit dem 95%-Vertrauensbereich berechnet. Weiterhin werden das entsprechende arithmetische Mittel der Fahrzeuggeschwindigkeiten $v_{ave,H}$ und die Standardabweichung der Geschwindigkeiten $s_{v_{ave,H}}$ berechnet. Letztere wird bei der Bestimmung des zweckdienlichen Geschwindigkeitsbereiches nach 12.7 angewendet.

Anschließend wird auf der Grundlage der gemessenen durchschnittlichen Geräuschpegel und Durchschnittsgeschwindigkeiten nach folgender Gleichung eine Normierung des gemessenen Geräuschpegels auf die Referenzgeschwindigkeit (Tabelle B.1) für alle H-Fahrzeuge zusammen vorgenommen:

$$L_{SPB:H} = L_{Aave,H} - B \cdot \lg \left(\frac{v_{ave,H}}{v_{ref}} \right) \quad (4)$$

Dabei ist

$L_{SPB:H}$ der SPB-Pegel für Lkw (H) bei der festgelegten Referenzgeschwindigkeit v_{ref} , in dB;

$L_{Aave,H}$ das arithmetische Mittel aller Lkw-Schallpegel;

B die in Tabelle 4 aufgeführte Konstante;

$v_{ave,H}$ die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit der Lkw, in km/h.

Es ist hilfreich, eine graphische Darstellung der Geräuschpegel über der Geschwindigkeit anzufertigen, wie in Anhang D dargestellt. Gleichung (4) muss zusammen mit dem 95%-Vertrauensbereich angegeben werden, das dem 95%-Vertrauensbereich von A genau entspricht.

12.5 Geräusch-Geschwindigkeit-Verhältnis – Normierung der Frequenzspektren für Fahrzeuge der Kategorien P und H

Wenn ein großer Datensatz vorliegt (der wesentlich mehr als die Mindestanzahl an Fahrzeugen enthält), darf unter Anwendung derselben Regressionsart wie bei den A-bewerteten Gesamtpegeln (L_{Amax}) der Schallpegel in jedem Frequenzband über den entsprechenden Frequenzbereich gesondert berechnet werden.

ANMERKUNG 1 Dieses Verfahren zeigt auf, ob und wie die Geschwindigkeitskonstante in verschiedenen Frequenzbändern variiert.

Bei typischeren (kleineren) Datensätzen wird jedoch das Folgende empfohlen:

- Berechnung des arithmetischen Mittels aller Spektren für Fahrzeuge der Kategorien P und H über den entsprechenden Frequenzbereich, um das „gemittelte Frequenzspektrum“ zu erhalten.
- Berechnung des A-bewerteten Gesamtpegels mithilfe dieses Ergebnisses.
- Überprüfung der Differenz zwischen dem SPB-Schallpegel (12.3 oder 12.4) und des A-bewerteten Gesamtpegels.
- Anwendung der so erhaltenen Differenz zur Normierung des gemittelten Frequenzspektrums mit der gleichen Konstante für alle Frequenzen, sodass der A-bewertete Gesamtpegel dieses Spektrums dem SPB-Schallpegel entspricht. Das erhaltene Frequenzspektrum ist das endgültige „normierte durchschnittliche Frequenzspektrum“.

ANMERKUNG 2 Bei letzterem Verfahren wird davon ausgegangen, dass das Geräusch-Geschwindigkeit-Verhältnis über das gesamte Frequenzband konstant ist, was allerdings einer Vereinfachung entspricht.

12.6 Bestimmung des SPB-Schallpegels bei den Referenzgeschwindigkeiten

Die Referenzgeschwindigkeiten für die Fahrzeugkategorien in den Geschwindigkeitsklassen der Straße sind in Anhang B, Tabelle B.1, angegeben.

Die Schallpegel für jede Fahrzeugkategorie bei der entsprechenden Referenzgeschwindigkeit (aus Gleichung (2) und Gleichung (5) ist der SPB-Schallpegel, d. h. $L_{SPB: P, v_{ref}}$ oder $L_{SPB: H, v_{ref}}$. So werden für eine bestimmte Straße einzelne SPB-Schallpegelwerte für Pkw und Lkw erhalten.

Alle Pegel müssen auf zwei Dezimalstellen berechnet und gerundet und mit einer Dezimalstelle angegeben werden.

12.7 Zweckdienlicher Geschwindigkeitsbereich für die Normierung der Geschwindigkeit

Für die Regressionsberechnung und die anschließende Normierung auf eine Referenzgeschwindigkeit muss die folgende Bedingung erfüllt sein.

Der durch die gemessenen Fahrzeuge abgedeckte Geschwindigkeitsbereich muss sich so gestalten, dass die Referenzgeschwindigkeit sowohl bei Pkw als auch bei Lkw um weniger als $\pm 1,5$ der Standardabweichung von der gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit abweicht.

12.8 Temperaturkorrektur der Schallpegel

Die SPB-Schallpegel $L_{SPB: p, v_{ref}}$ und $L_{SPB: H, v_{ref}}$ sollten auf eine Referenz-Lufttemperatur von 20 °C korrigiert werden. Dies kann nach einem der drei Verfahren erfolgen:

Verfahren 1: Wenn für jede einzelne Fahrzeugvorbeifahrt eine Temperaturmessung zusammen mit der Schallmessung durchgeführt wird, wird für die gemessenen Fahrzeuge jeder einzelne gemessene Schallpegel ($L_{A, max}$) korrigiert.

Verfahren 2: Für jede Reihe gemessener Fahrzeuge, bei denen die Temperatur nur in dem Bereich von 5 °C schwankt, ist eine Korrektur aller SPB-Schallpegel hinsichtlich der Temperatur unter Anwendung der Durchschnittstemperatur in dieser Reihe annehmbar. Wenn im weiteren Verlauf der Messungen weitere Temperaturschwankungen auftreten, kann das gleiche Verfahren für jede Messreihe, die sich innerhalb 5 °C bewegt, angewendet werden.

Verfahren 3: Eine Korrektur darf auch innerhalb bestimmter Zeiträume durchgeführt werden, wenn die Temperatur um nicht mehr als (etwa) 5 °C schwankt.

Die Korrektur muss ISO/TS 13471-2 [4] entsprechend durchgeführt werden. Verfahren 1 wird bevorzugt, aber nicht gefordert. Unabhängig von dem Verfahren müssen sowohl die niedrigste und höchste Temperatur, als auch die über die Zeit oder das Fahrzeug gemittelte Temperatur während der Messreihe berücksichtigt werden. Der angewendete Temperaturkorrekturkoeffizient muss angegeben werden.

13 Messunsicherheit

Das Verfahren zur Berechnung der Messunsicherheiten ist in ISO/IEC Guide 98-3 angegeben. Zunächst muss jede signifikante Quelle für Messunsicherheiten bestimmt und beispielsweise als $\delta 1 + \delta 2 + \delta 3 + \delta 4 + \delta 5 + \delta 6$ angegeben werden. Die folgenden Hauptquellen für Messunsicherheiten in diesem Verfahren wurden bestimmt und machen eine Bearbeitung nach dem in ISO/IEC Guide 98-3 festgelegten Verfahren erforderlich:

- Messunsicherheit aufgrund der Messgeräte;
- Messunsicherheit aufgrund der örtlichen Ausbreitungsbedingungen;
- Messunsicherheit aufgrund einer unzureichenden Korrektur von Umwelteinflüssen;
- Messunsicherheit aufgrund operativer Schwankungen hinsichtlich der Fahrzeugauswahl;
- Messunsicherheit aufgrund örtlicher und zeitlicher Schwankungen bei der Verkehrszusammensetzung.

Eine ausführlichere Auflistung möglicher Messunsicherheiten ist in Anhang H enthalten.

Der Wert dieser Eingangsgrößen muss von den Prüfern bewertet werden. Dies kann auf der Grundlage von vorhandenen statistischen Daten, Analysen der in diesem Dokument angegebenen Toleranzen und technischem Ermessen erfolgen. Die zur Ableitung der Gesamtunsicherheit erforderlichen Informationen sind in Anhang H, Tabelle H.1, angegeben. Diese Tabelle umfasst Empfindlichkeitskoeffizienten c_j , deren Werte auf den zur Ermittlung des finalen Ergebnisses angewendeten Verfahren und Gleichungen beruhen, wie in ISO/IEC Guide 98-3 festgelegt.

Der Schätzwert des gemessenen SPB-Pegels $L_{SPB: G, v_{ref}}$, hier mit y bezeichnet, wird anhand einer Reihe von Größen x_j durch eine funktionelle Beziehung $L_{SPB: G, v_{ref}} = f(x_1, x_2, \dots, x_6)$ bestimmt. Die verschiedenen Werte für x_j stellen demnach Parameter dar, die den Schätzwert des SPB-Pegels bestimmen.

Die kombinierte Standardunsicherheit des gemessenen SPB-Pegels wird wie folgt berechnet:

$$u(y) = \sqrt{\sum_{j=1}^6 (c_j u_j)^2} \quad (6)$$

Dabei ist

c_j der Empfindlichkeitskoeffizient für den Eingang x_j ; $c_j = \frac{\partial f}{\partial x_j}$ mit $y = f(x_1, x_2, \dots, x_6)$;

u_j die Standardunsicherheit des Eingangs x_j .

Die erweiterte Messunsicherheit U wird für die gewählte Überdeckungswahrscheinlichkeit wie in ISO/IEC Guide 98-3 beschrieben durch Multiplikation der kombinierten Standardunsicherheit $u(y)$ mit dem entsprechenden Erweiterungsfaktor (k) ermittelt. Tabelle 5 enthält ein Beispiel dafür, wie das Unsicherheitsbudget entwickelt wird (es ist zu berücksichtigen, dass die tatsächliche Anzahl der Beiträge mehr als die in Gleichung (6) angegebene beträgt, siehe Anhang H, Tabelle H.1).

Tabelle 5 — Unsicherheitsbudget für die Ermittlung des SPB-Pegels (gesondert für Pkw und Lkw)

Unsicherheitsquelle	Schätzwert	Wahrscheinlichkeitsverteilung	Standardunsicherheit u_j	Empfindlichkeitskoeffizient c_j	Unsicherheitsbeitrag
δ1	0	normal			
δ2	0	normal			
δ3	0	normal			
δ4	0	asymmetrisch			
δ5	0	asymmetrisch			
kombinierte Standardunsicherheit $u(y)$, nach Gleichung (6)					

H.4 enthält eine Auflistung von Standardunsicherheiten und Empfindlichkeitskoeffizienten für jede Quelle sowie typische Werte. Unter Anwendung dieser Werte ergibt die Auswertung des Unsicherheitsbudgets eine kombinierte Standardunsicherheit in dem SPB-Pegel, dargelegt in Tabelle 6 als erweiterte Messunsicherheit und Überdeckungswahrscheinlichkeit für den Fall, in dem das Verfahren angewendet wird und die einzelnen Unsicherheitsquellen mit Tabelle H.1 übereinstimmen.

ANMERKUNG 1 Die Vertrauensbereiche um die SPB-Schallpegel beruhen auf einer Fahrzeuganzahl von 100 Pkw und 40 Lkw. Die entsprechende zufällige Messunsicherheit des SPBI ist eine Kombination dieser Messunsicherheiten entsprechend den gewählten Bewertungsfaktoren (Anhang B).

ANMERKUNG 2 Die Zahlenwerte der Messunsicherheiten in Tabelle 6 stehen für die mittlere und hohe Geschwindigkeitsklasse der Straße. Da die Messergebnisse bei Straßen für niedrige Geschwindigkeiten möglicherweise mehr durch das Fahrverhalten als durch andere Parameter beeinflusst werden (einige Fahrzeuge beschleunigen möglicherweise oder bremsen ab, was jedoch nicht immer ohne Weiteres festzustellen ist), sollten sie mit Bedacht behandelt werden. Es könnte deshalb beispielsweise ratsam sein, die Geschwindigkeit der Fahrzeuge zu überwachen, kurz bevor und kurz nachdem sie an dem Mikrofon vorbeifahren.

Tabelle 6 — Geschätzte erweiterte Messunsicherheit für eine Überdeckungswahrscheinlichkeit (auf Tabelle H.1 beruhend)

Fahrzeugkategorie	Erweiterungsfaktor k	Überdeckungs- wahrscheinlichkeit %	Erweiterte Messunsicherheit dB
Pkw (P)	1,3	80	1,4
	2,0	95	2,2
Lkw (H)	1,3	80	2,1
	2,0	95	3,2

14 Messbericht

Der Messbericht muss die folgenden Angaben enthalten (obligatorisch, sofern nicht als optional gekennzeichnet).

Allgemeine Angaben

- Datum und Uhrzeit bei Beginn und Beendigung der Messungen;
- Prüfinstitut und für die Messung Verantwortliche;
- Zweck der Messung;
- Art der verwendeten Messgeräte (einschließlich Kalibrator, Schallpegelmesser oder entsprechendes Messsystem, Messgeräte für die Geschwindigkeit und die meteorologischen Daten und, falls verwendet, Geräte zur Messung der Makrotextur der Deckschicht);
- Angabe, ob die optionale Mikrofonposition genutzt wurde;
- Angabe, ob das Verfahren mit Abschirmplatte angewendet wurde (wenn dies der Fall war, die zusätzlichen Anforderungen nach Anhang C, C.12).

Angaben zur Lage und zum Aussehen des Messortes:

- Lage des Messortes;
- Lageplan des Messortes (Draufsicht) mit der Mikrofonposition (Position 1 oder 2), der Angabe des Messfahrstreifens, der Art der Deckschicht(en) zwischen dem Messfahrstreifen und dem Mikrofon sowie akustisch reflektierender Objekte im Umkreis von 25 m um das Mikrofon herum.
- Querschnittsprofil (Vertikalschnitt) des Messortes von der anderen Straßenseite bis zur Mikrofonposition (optional könnten zur Veranschaulichung der Punkte h und i Fotografien beigelegt werden);
- Einzelheiten über besondere Vorkehrungen, die getroffen wurden, um die Konformität mit Abschnitt 7 sicherzustellen.

Angaben zur Art und zum Aufbau der geprüften Deckschicht:

- Art der Deckschicht (Asphaltbeton, Splittmastixasphalt, Oberflächenbehandlung usw.) mit der genormten oder allgemein üblichen Bezeichnung der Deckschicht;
- maximale Korngröße des Deckschicht-Materials;

- Dicke der Deckschicht (nur bei offenporigen Deckschichten);
- sonstige Angaben zur Herstellung und zum Bau der Deckschicht, insbesondere diejenigen, die einen Einfluss auf die akustischen Eigenschaften haben könnten (optional);
- Profiltiefe der Makrotextur nach ISO 13473-1 (optional);
- eine mit Maßstab versehene repräsentative Fotografie der Deckschicht, auf der eine Fläche von etwa (100 × 150) mm abgebildet ist (optional).

Angaben zum Zustand der geprüften Deckschicht sowie Umweltfaktoren:

- Alter und Zustand der Deckschicht;
- besondere Oberflächenbehandlungen;
- Anmerkungen zur Homogenität der Deckschicht (wie Spurrillen, Öffnungen);
- bei offenporigen Deckschichten Datum des letzten Niederschlags;
- kurze Angabe, wo und wie oft die Temperatur gemessen wurde (optional);
- durchschnittliche, höchste und niedrigste Temperatur der Luft während des Messzeitraums;
- durchschnittliche, höchste und niedrigste Temperatur der Straße während des Messzeitraums.

Angaben zur Geschwindigkeitsklasse der Straße und zu den Fahrzeugen:

- Geschwindigkeitsklasse der betreffenden Straße und Referenzgeschwindigkeit(en);
- Anzahl der Fahrzeuge jeder Kategorie, auf der die Messungen beruhen.

Werte des gemessenen und des berechneten Schallpegels und der Geschwindigkeit:

- $L_{SPB: P, v_{ref}}$ für Fahrzeuge der Kategorie P und $L_{SPB: H, v_{ref}}$ für Fahrzeuge der Kategorie H, ohne Temperaturkorrektur (optional);
- $L_{SPB: P, v_{ref}}$ für Fahrzeuge der Kategorie P und $L_{SPB: H, v_{ref}}$ für Fahrzeuge der Kategorie H, mit Temperaturkorrektur;
- SPBI ohne Temperaturkorrektur (optional); wenn dieser nicht Anhang B entspricht, müssen die Bewertungsfaktoren der Fahrzeugkategorie Wx angegeben werden;
- SPBI mit Temperaturkorrektur (optional); wenn dieser nicht Anhang B entspricht, müssen die Bewertungsfaktoren der Fahrzeugkategorie Wx angegeben werden;
- Steigung und Achsenabschnitt der Regressionsgeraden (mit einer Dezimalstelle) des Schalldruckpegels über (dem Logarithmus) der Geschwindigkeit, Mittelwert und Standardabweichung der Geschwindigkeit sowie die 95%-Vertrauensbereiche der SPB-Schallpegel in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit. Falls der generische Geschwindigkeitsexponent angewendet wird, muss dieser angegeben werden. Die Erstellung eines Regressionsdiagramms, wie in Anhang D dargestellt, ist zwar optional, aber veranschaulichend (es sollte dann eines für P-Fahrzeuge und ein weiteres für H-Fahrzeuge erstellt werden);
- Frequenzspektren in Terzbändern, A-bewertet und normiert für Geschwindigkeiten nach Abschnitt 9 und Abschnitt 12.

Weitere Angaben: