

DIN EN ISO 11819-2



ICS 17.140.30; 93.080.20

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

Acoustics –

Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise –

Part 2: The close-proximity method (ISO 11819-2:2017);

German version EN ISO 11819-2:2017

Acoustique –

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

Partie 2: Méthode de proximité immédiate (ISO 11819-2:2017);

Version allemande EN ISO 11819-2:2017

Gesamtumfang 78 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 11819-2:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 227 „Straßenbaustoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

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

ISO 5725-2	siehe DIN ISO 5725-2
ISO 10844	siehe DIN ISO 10844
ISO 11819-1	siehe DIN EN ISO 11819-1
ISO 13472-1	siehe DIN ISO 13472-1
ISO 13473-1	siehe DIN EN ISO 13473-1
ISO 80000-2	siehe DIN EN ISO 80000-2
IEC 60942	siehe DIN EN 60942
IEC 61260-1	siehe DIN EN 61260-1
IEC 61672-1	siehe DIN EN 61672-1

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60942, *Elektroakustik — Schallkalibratoren*

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

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

DIN EN ISO 11819-1, *Akustik — Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgerausche — Teil 1: Statistisches Vorbeifahrtverfahren*

DIN EN ISO 13473-1, *Charakterisierung der Textur von Fahrbahnbelägen unter Verwendung von Oberflächenprofilen — Teil 1: Bestimmung der mittleren Profiltiefe*

DIN EN ISO 80000-2, *Größen und Einheiten — Teil 2: Mathematische Zeichen für Naturwissenschaft und Technik*

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

DIN ISO 10844, *Akustik — Anforderungen an Prüfstrecken zur Messung der Geräuschemission von Straßenfahrzeugen und ihren Reifen*

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

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Akustik —
Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf
Verkehrsgeräusche —
Teil 2: Nahfeldmessverfahren
(ISO 11819-2:2017)

Acoustics —
Measurement of the influence of road surfaces
on traffic noise —
Part 2: The close-proximity method
(ISO 11819-2:2017)

Acoustique —
Méthode de mesurage de l'influence des revêtements de
chaussées sur le bruit émis par la circulation —
Partie 2: Méthode de proximité immédiate
(ISO 11819-2:2017)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. Januar 2017 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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



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

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Vorwort.....	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe.....	8
3.1 Auf Straße und Fahrbahn bezogene Begriffe.....	8
3.2 Messverfahren und -geräte.....	8
3.3 Akustische Größen und Symbole.....	9
3.4 Bei Korrekturbegriffen verwendete Symbole.....	10
4 Symbole und Abkürzungen.....	11
5 Messprinzip.....	12
6 Messvorrichtungen.....	13
6.1 Schallpegelmesser.....	13
6.2 Frequenzanalysator.....	13
6.3 Geräte zur Schallkalibrierung.....	13
6.4 Geräte zur Geschwindigkeitsmessung.....	13
6.5 Geräte zur Positionsüberwachung.....	14
6.6 Geräte zur Temperaturmessung.....	14
6.7 Geräte zur Messung der Reifenlast.....	14
6.8 Geräte zur Fülldruckmessung.....	14
6.9 Verifizierung des Schallmesssystems.....	14
7 Messorte.....	14
8 Meteorologische Bedingungen.....	15
8.1 Wind.....	15
8.2 Temperatur und andere Witterungseinflüsse.....	15
9 Prüffahrzeug.....	15
9.1 Allgemeine Auslegung.....	15
9.2 Mikrofonpositionen und -montage.....	16
9.3 Anforderungen an die Eigenschaften und Konformität des Fahrzeugs.....	18
9.4 Referenzreifen.....	18
9.5 Gummihärte der Testreifen.....	18
9.6 Reifenmontage.....	19
9.7 Einfahren der Reifen.....	19
10 Messverfahren.....	19
10.1 Vorbereitung der Messungen.....	19
10.2 Messung des Schalls.....	19
10.3 Verfahren zur Untersuchung typischer Straßenabschnitte.....	19
10.4 Mindestanzahl von Durchläufen für sehr kurze Straßenabschnitte.....	20
10.5 Seitliche Position auf der Straße.....	20
10.6 Längsposition auf der Straße.....	20
10.7 Berücksichtigung von Störgeräuschen.....	20

10.8	Geschwindigkeit des Prüffahrzeugs.....	21
10.8.1	Referenzgeschwindigkeiten	21
10.8.2	Prüfgeschwindigkeit und akzeptable Abweichungen	21
10.9	Reifenaufstandslasten	21
10.10	Reifenfülldruck	21
10.11	Temperaturmessung.....	22
10.11.1	Allgemeines	22
10.11.2	Lufttemperatur	22
10.11.3	Temperatur der Straßenoberfläche (optional)	22
10.12	Übersicht und Zusammenfassung.....	22
11	Analyseverfahren	22
11.1	Festlegung der Schritte des Berechnungsprozesses	22
11.2	Ergebnisse als Gesamtpegel.....	24
11.2.1	Allgemeines	24
11.2.2	Fall A	25
11.2.3	Fall B	25
11.2.4	Ausdruck der CPX-Pegel.....	25
11.3	Ergebnisse als Terzbandpegel.....	25
11.3.1	Allgemeines	25
11.3.2	Fall A	26
11.3.3	Fall B	26
11.4	Korrektur für Analysen von Spektralpegeln	26
11.5	Akustische Schwankung.....	26
12	Bewertung der Messunsicherheit nach ISO/IEC Guide 98-3	26
13	Wiederholpräzision und Vergleichpräzision: Systemvergleich nach ISO 5725-2	29
14	Prüfbericht	29
	Anhang A (normativ) Zertifizierung des Prüffahrzeugs.....	32
	Anhang B (normativ) Mittelung innerhalb des jeweiligen Straßensegments	39
	Anhang C (informativ) Ausführliche Erläuterung des Berechnungsverfahrens	41
	Anhang D (informativ) Anwendbarkeit der Verfahren aus ISO 11819	46
	Anhang E (informativ) Leitlinien für die Auslegung und Verwendung des Prüffahrzeugs.....	48
	Anhang F (informativ) Leitlinien für Messungen.....	52
	Anhang G (informativ) Anwendung des CPX-Verfahrens zur Bestandsaufnahme großer Straßennetze.....	55
	Anhang H (informativ) Anwendung des CPX-Verfahrens für andere Ziele	58
	Anhang I (informativ) Zusammenfassung der Messparameter	59
	Anhang J (informativ) Validität und Stabilität des Verfahrens	60
	Anhang K (informativ) Messunsicherheit	63
	Anhang L (informativ) Referenz-Fahrbahnoberfläche	66
	Anhang M (informativ) Berechnung von Nahfeldschallindizes	68
	Anhang N (informativ) Zusammenfassung der Mess- und Datenverarbeitungsverfahren.....	69
	Anhang O (informativ) Beispiel für einen Prüfbericht	71
	Literaturhinweise	73

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 11819-2:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 227 „Straßenbaustoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2017 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 11819-2:2017 wurde von CEN als EN ISO 11819-2:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees 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 Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen 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. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien 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 empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der freiwilligen Natur von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde erarbeitet durch das Technische Komitee ISO/TC 43, *Acoustics*, Unterkomitee SC 1, *Noise*.

Eine Liste aller Teile der Normenreihe ISO 11819 kann auf der ISO-Internetseite abgerufen werden.

Einleitung

Die Emission und Ausbreitung von Straßenverkehrsgeräuschen hängt hauptsächlich von den Eigenschaften der Straßenoberfläche ab, insbesondere von der Textur, dem Strömungswiderstand und der Schallabsorption. Diese Eigenschaften beeinflussen die Erzeugung des Reifen/Fahrbahn-Geräusches. Außerdem kann die Schallabsorption die Schallausbreitung beeinflussen, besonders dann, wenn die Ausbreitung dicht über der Oberfläche verläuft. Auch das Antriebsgeräusch, das üblicherweise in größerer Höhe über der Straßenoberfläche als das Reifen/Fahrbahn-Geräusch erzeugt wird, kann bei seiner Ausbreitung bis zu einem bestimmten Grad durch die Porosität der Straßenoberfläche beeinflusst werden. Diese Effekte führen bei identischer Verkehrsdichte und -zusammensetzung zu Unterschieden im Geräuschpegel von verschiedenen Straßenoberflächen von bis zu 15 dB, was eine beträchtliche Auswirkung auf das Straßenumfeld haben kann.

Es ist daher wichtig, diesen Einfluss der Oberflächeneigenschaften auf Reifen/Fahrbahn-Geräusche durch ein genormtes Verfahren messen zu können. Im Rahmen der Einschränkungen dieses Verfahrens bietet dieses Dokument eine objektive Bewertung der Straßeneigenschaften, um Anforderungen zu befriedigen, die von der Straßenplanung, der Straßenverwaltung, Bauunternehmern, Herstellern so genannter lärmindernder Oberflächen und anderen mit der Kontrolle der Straßenverkehrsgeräusche befasster Stellen erhoben worden sind.

Ein Verfahren, das diese Anforderungen erfüllt, jedoch enorme praktische Einschränkungen aufweist, wird in ISO 11819-1 dargestellt. Dieses statistische Vorbeifahrtverfahren (en: Statistical Pass-By Method, SPB) dient im Wesentlichen zwei Hauptzwecken. Erstens kann es zur Klassifizierung von Oberflächen in typischem und üblichem Zustand hinsichtlich ihrer Einflüsse auf das Verkehrsgeräusch benutzt werden (Klassifizierung der Oberflächen). Zweitens kann es zur Bewertung des Einflusses verschiedener Oberflächen auf das Verkehrsgeräusch an bestimmten Orten benutzt werden, unabhängig von ihrem Zustand und Alter. Wegen strenger Anforderungen an die akustischen Umgebungsbedingungen am Messort kann das Verfahren jedoch nicht zur Abnahme neuer oder neu aufgebauter Oberflächen an jedem beliebigen Ort verwendet werden. Zusätzlich weist das SPB-Verfahren eine Reihe weiterer praktischer Einschränkungen auf, die in Anhang D weiter ausgeführt werden.

Das sowohl in diesem Dokument als auch in ISO/TS 11819-3 festgelegte Verfahren ergänzt das SPB-Verfahren in Anwendungen, in denen letzteres Einschränkungen aufweist.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bewertung verschiedener Straßenoberflächen hinsichtlich ihres Einflusses auf Straßenverkehrsgeräusche unter Bedingungen fest, bei denen Reifen/Fahrbahn-Geräusche dominieren. Die Interpretation der Ergebnisse bezieht sich auf frei fließenden Verkehr auf im Wesentlichen ebenen Straßen mit konstanten Geschwindigkeiten von mindestens 40 km/h. Für diese Fälle wird angenommen, dass Reifen/Fahrbahn-Geräusche dominieren (allerdings besteht in einigen Ländern die Möglichkeit, dass bei 40 km/h und hohem Schwerverkehrsanteil Reifen/Fahrbahngeräusche nicht dominieren). Bei anderen Fahrbedingungen, wenn der Verkehr nicht frei fließt, wie an Kreuzungen, bei hoher Beschleunigung oder verstopften Straßen, ist die Zusammensetzung des Verkehrsgeräusches komplexer. Dies gilt auch für Straßen mit großer Längsneigung und hohem Schwerverkehrsanteil.

Ein genormtes Verfahren zum Vergleich der akustischen Eigenschaften von Straßenoberflächen gibt Straßen- und Umweltbehörden ein Hilfsmittel an die Hand, Straßenoberflächen im Hinblick auf die Einhaltung bestimmter Lärmgrenzwerte auszuwählen. Dieses Dokument hat jedoch nicht zum Ziel, solche Grenzwerte vorzuschlagen.

ISO 11819-1 legt ein anderes Verfahren fest: Das statistische Vorbeifahrtverfahren. Das in diesem Dokument beschriebene Nahfeldmessverfahren (en: Close-Proximity Method, CPX) hat dieselben Ziele wie das SPB-Verfahren; allerdings soll es in Situationen zur Anwendung kommen, in denen es letztere ergänzt, zum Beispiel:

- Lärmcharakterisierung von Straßenoberflächen an jedem beliebigen Ort, wobei der Hauptzweck in der Prüfung der Einhaltung einer Oberflächenspezifikation besteht (ein Beispiel für die Übereinstimmung der Herstellung wird in Literaturhinweis [1] vorgestellt);
- Prüfung der akustischen Wirkung von Wartung und Zustand, z. B. Abnutzung und Beschädigung von Oberflächen oder Verschmutzung und Reinigung offener Beläge;
- Prüfung der Homogenität eines Straßenabschnitts in Längs- und Querrichtung;
- die Entwicklung geräuschärmerer Straßenoberflächen und Erforschung der Reifen/Fahrbahn-Interaktion.

ANMERKUNG Dieses Dokument enthält keine Vorgaben hinsichtlich der Bedingungen zur formellen Anwendung von Messungen mit dem CPX-Verfahren. Derartige Bedingungen können in anderen Normen oder Gesetzestexten definiert werden. Allerdings enthält Anhang D Vorschläge zur Anwendung von ISO 11819-1 und diesem Dokument.

Messungen mit dem CPX-Verfahren sind schneller und praktikabler als Messungen mit dem SPB-Verfahren; allerdings sind sie in der Hinsicht eingeschränkt, dass sie nur in Fällen relevant sind, in denen Reifen/Fahrbahn-Geräusche dominieren und Antriebsgeräusche vernachlässigt werden können. Des Weiteren können bei ihnen die Reifen/Fahrbahn-Geräusche schwerer Fahrzeuge nicht in dem Umfang wie beim SPB-Verfahren berücksichtigt werden, da bei ihnen Leicht-Lkw-Reifen stellvertretend für Lkw-Reifen zur Anwendung kommen und die Antriebsgeräusche nicht berücksichtigt werden.

Das in diesem Dokument dargestellte CPX-Verfahren dient der Messung der Eigenschaften von Straßenoberflächen und nicht der Eigenschaften von Reifen. Falls das Verfahren zu Forschungszwecken zur Erbringung von Hinweisen für Unterschiede von Reifen verwendet wird, würden die Belastungen und der Fülldruck üblicherweise auf andere Werte als jene in diesem Dokument genannten eingestellt werden.

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).

ISO 5725-2, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*

ISO 11819-1, *Acoustics — Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise — Part 1: Statistical Pass-By method*

ISO/TS 11819-3, *Acoustics — Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise — Part 3: Reference tyres*

ISO/TS 13471-1, *Acoustics — Temperature influence on tyre/road noise measurement — Part 1: Correction for temperature when testing with the CPX method*

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 Begriffe nach ISO 11819-1 und die folgenden Begriffe.

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

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Auf Straße und Fahrbahn bezogene Begriffe

3.1.1

Straßenabschnitt

Gesamtstrecke des zu prüfenden Fahrstreifens

3.1.2

Straßensegment

Teil des Straßenabschnitts mit einer Länge von 20 m, der der Normierung des Schalldruckpegels von einer tatsächlichen Geschwindigkeit auf diesem Segment zu einer bestimmten Referenzgeschwindigkeit dient

3.2 Messverfahren und -geräte

3.2.1

statistisches Vorbeifahrtverfahren

SPB-Verfahren

Messverfahren zur Bewertung des Fahrzeug- und Verkehrsräusches auf unterschiedlichen Abschnitten einer Straßenoberfläche unter spezifischen Verkehrsbedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Geprüft wird eine große Anzahl von Fahrzeugen des üblichen Straßenverkehrs. Ergebnisse nach diesem Verfahren werden auf Standardgeschwindigkeiten je nach Kategorie oder Art der untersuchten Straße bezogen. Das Verfahren ist in ISO 11819-1 festgelegt.

3.2.2**Referenzreifen**

Prüfreifen, die bestimmte Merkmale des Reifen/Fahrbahn-Geräuschs darstellen und zur Anwendung in diesem Verfahren mit festgelegten und reproduzierbaren Normeigenschaften entwickelt und hergestellt wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Referenzreifen sind in ISO/TS 11819-3 festgelegt.

3.3 Akustische Größen und Symbole**3.3.1****Nahfeld-Pegel**

CPX-Pegel

(en: close-proximity level, CPX level)

L_{CPX}

zeitlich gemittelter A-bewerteter Schalldruckpegel (en: sound pressure level, SPL) der durch das CPX-Verfahren nach Bedarf entweder über Breit- oder Spektralband ermittelten Reifen/Fahrbahn-Geräusche

Anmerkung 1 zum Begriff: Der CPX-Pegel wird in Dezibel angegeben. Zur Bereitstellung weiterer Informationen kommen zusätzliche Suffixe zur Anwendung, siehe Tabelle 1.

3.3.2**CPX-Pegel für Personenkraftwagen und andere leichte Fahrzeuge**

$L_{\text{CPX:P}}$

für die zu prüfende Straßenoberfläche charakteristischer A-bewerteter Schalldruckpegel, der auf dem Reifen/Fahrbahn-Schalldruckpegel eines oder mehrerer Reifen, die für Personenkraftwagen typisch sind, basiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Der $L_{\text{CPX:P}}$ -Pegel wird in Dezibel angegeben. Reifen für Personenkraftwagen werden mit P1, P2 ... bezeichnet.

3.3.3**CPX-Pegel für Lastkraftwagen**

$L_{\text{CPX:H}}$

für die zu prüfende Straßenoberfläche charakteristische A-bewerteter Schalldruckpegel, der auf dem Reifen/Fahrbahn-Schalldruckpegel eines oder mehrerer Reifen(s), die für Lastkraftwagen typisch sind, basiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Der $L_{\text{CPX:H}}$ -Pegel wird in Dezibel angegeben. Reifen für Lastkraftwagen werden mit H1, H2... bezeichnet.

3.3.4**CPX-Index**

$L_{\text{CPX:I}}$

aus dem gewichteten Mittelwert des CPX-Pegels für Personenkraftwagen und andere leichte Fahrzeuge ($L_{\text{CPX:P}}$) und des CPX-Pegels für Lastkraftwagen ($L_{\text{CPX:H}}$) bestehender Index

Anmerkung 1 zum Begriff: Der $L_{\text{CPX:I}}$ wird in Dezibel angegeben. Das Verfahren dient der Beschreibung der Eigenschaften von Straßenoberflächen bei bestimmten Verkehrszusammensetzungen in ähnlicher Weise wie das SPB-Verfahren in ISO 11819-1, allerdings sind die numerischen Werte für eine gegebene Geschwindigkeit höher. Weitere Informationen zur Berechnung für die CPX-Indizes sind in Anhang M angegeben.

3.3.5

akustische Schwankung aufgrund von Inhomogenitäten der Straßenoberfläche

s_t

Standardabweichung des A-bewerteten Schalldruckpegels über alle Segmente bei Verwendung eines Referenzreifens t

Anmerkung 1 zum Begriff: Die akustische Schwankung wird in Dezibel angegeben. Diese Schwankung wird üblicherweise von Variationen in der Straßenoberfläche beherrscht, allerdings können zufällige Messunsicherheiten ein wenig hinzufügen. Messgeschwindigkeit und Radspur haben in der Regel keinen signifikanten Einfluss auf diesen Wert. Diese Messung wird daher im Hinblick auf die Geräuscheigenschaften als Hinweis auf die Homogenität der Straßenoberfläche betrachtet.

3.4 Bei Korrekturbegriffen verwendete Symbole

3.4.1

gemessene Geschwindigkeit

v

tatsächliche Geschwindigkeit während einer Messung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die gemessene Geschwindigkeit wird in Kilometer je Stunde angegeben.

3.4.2

Referenzgeschwindigkeit

v_{ref}

bei Messungen 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 oder 110 km/h, so es aus technischen Gründen, Sicherheitsgründen oder rechtlichen Gründen notwendig ist, dürfen auch alternative Geschwindigkeiten benutzt werden.

3.4.3

Geschwindigkeitskoeffizient

B

Koeffizient, der die Geschwindigkeitsabhängigkeit des Schalldruckpegels bestimmt und in der Regel zur Korrektur des Schalldruckpegels auf eine bestimmte Referenzgeschwindigkeit verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Korrektur für Abweichungen von der Referenzgeschwindigkeit werden mit dem Ausdruck $B \cdot \lg(v/v_{\text{ref}})$, in Dezibel, angegeben, wobei B eine einheitsfreie Zahl ist. Werte für B für besondere Belagstypen sind in 11.1 d) angegeben.

3.4.4

Temperaturkoeffizient

γ_t

Koeffizient, der zur Korrektur des CPX-Pegels für den Temperatureffekt für den Reifen t genutzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Temperaturkoeffizient wird in Dezibel je Grad Celsius angegeben.

3.4.5

Gummihärtekoeffizient

β_t

Koeffizient, der zur Korrektur des CPX-Pegels für den Profilhärteeffekt des Reifens t genutzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Gummihärtekoeffizient wird in Dezibel je Shore A angegeben. Zur Anwendung siehe 11.1 f).

3.4.6

geräteabhängige Korrektur der Schallreflexionen

$C_{d,f}$

Korrektur für einzelne Messvorrichtungen im Terzband von 315 Hz bis 5 000 Hz mit einer Mittenfrequenz f , um Abweichungen von den Bedingungen des Freifelds mit schallhartem Boden zu berücksichtigen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die vorrichtungsabhängige Korrektur der Schallreflexionen wird in Dezibel angegeben. Informationen für die Bestimmung von $C_{d,f}$ sind in A.2 angegeben.

4 Symbole und Abkürzungen

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

Tabelle 1 — Die in diesem Dokument verwendeten Symbole und abgekürzten Begriffe und ihr Wert oder ihre Einheit

Symbol	Wert/Einheit	Erklärung
$L_{\text{CPX}:t,v_{\text{ref}}}$	dB	Messung der akustischen Eigenschaften des getesteten Straßenabschnitts für den Reifen t , bei Referenzgeschwindigkeit v_{ref}
$L'_{\text{CPX}:t,w,r,i,f}$	dB	Energie-basiertes mittleres Spektrum an den Mikrofonpositionen $m = 1$ und $m = 2$ (für den Index-Symbole, siehe unten)
$L_{\text{CPX}:t,w,r,i,f,m,v_{\text{ref}}}$	dB	Zeitlich gemittelter Reifen/Fahrbahn-SPL („CPX-Pegel“) über die Zeit, die es dauert um einen Straßenabschnitt zu durchfahren (20 m)
$L_{\text{CPX}:P,v_{\text{ref}}}$	dB	Messung der akustischen Eigenschaften des geprüften Straßenabschnitts, des/r Reifen „P“ für Pkw und andere leichte Fahrzeuge, bei Referenzgeschwindigkeit, v_{ref}
$L_{\text{CPX}:H,v_{\text{ref}}}$	dB	Messung der akustischen Eigenschaften des geprüften Straßenabschnitts, des/r Reifen „H“ von Lastkraftwagen, bei Referenzgeschwindigkeit, v_{ref}
$L_{\text{CPX}:l,v_{\text{ref}}} = 0,5 \cdot L_{\text{CPX}:P,v_{\text{ref}}} + 0,5 \cdot L_{\text{CPX}:H,v_{\text{ref}}}$	dB	„CPX-Index“, der die allgemeinen akustischen Eigenschaften des geprüften Straßenabschnitts darstellt, für Reifen leichter Fahrzeuge und von Lastkraftwagen (mit gleicher Gewichtung), bei Referenzgeschwindigkeit, v_{ref}
B	Einheitsfreie Zahl	Geschwindigkeitskoeffizient, d. h. Steigerung des CPX-Pegels bei zehnfacher Steigerung der Geschwindigkeit, um Abweichungen von der Referenzgeschwindigkeit korrigieren zu können, v_{ref}
$C_{d,f}$	dB	Gerätekorrekturterm (frequenzabhängig), um Abweichungen von Freifeldbedingungen zu berücksichtigen
γ_t	dB/°C	Temperaturkorrektur für Reifen t , um Abweichungen von der Referenztemperatur von 20 °C zu berücksichtigen. Der Wert ist für Reifen P1 und H1 negativ.
β_t	dB/Shore A	Gummihärtekoeffizient zur Korrektur für Reifen t , um Abweichungen von einer Referenzhärte zu berücksichtigen

Symbol	Wert/Einheit	Erklärung
f	315 Hz, ... 5 000 Hz	Terzbandmittenfrequenz
i	1, 2, 3 ...	Nummer des Straßensegments
m	1, 2 3, 4, 5, 6	Verpflichtende vordere und hintere Mikrofonposition Optionale Mikrofonpositionen
n	1, 2, 3	Gesamtzahl der Durchläufe, n_r , Radspuren, n_w , oder Straßensegmente, n_i
r	1, 2, 3	Durchlaufnummer
H_A		Gummihärte der Testreifenlauffläche (Durometer Typ A)
H_{ref}		Referenz-Gummihärte (Durometer Typ A)
s_t	dB	Akustische Schwankungen, ein Maß für die Homogenität der Straßenoberfläche
t	P H	Für die Prüfung festgelegte Reifenart Pkw-Reifen Lkw-Reifen oder annähernd ähnlich
T_i	°C	Lufttemperatur des Straßensegments i (Index nicht erforderlich, falls keine kontinuierlichen Temperatur- messungen durchgeführt werden)
v	km/h	Tatsächlich gemessene Geschwindigkeit
v_{ref}	km/h	Für Messungen bevorzugte Nenngeschwindigkeit; daher eine Referenzgeschwindigkeit, die bei der Angabe von Ergebnissen verwendet wird.
w	1, 2, 3, ...	Die Radspuren eines Fahrstreifens, auf dem Testreifen rollen. Spur 1 ist dem Straßenbankett am nächsten, 2 ist die gegenüberliegende Radspur des gleichen Fahrstreifens; 3, 4 und so weiter sind zusätzliche Spuren.

5 Messprinzip

Bei dem CPX-Verfahren werden mittels mindestens zweier Mikrofone, die sich in der Nähe der Reifen befinden, die durchschnittlichen, von festgelegten Reifen abgestrahlten A-bewerteten SPLs über eine beliebige oder festgelegte Straßenstrecke und die Prüfgeschwindigkeit des Fahrzeugs gemessen. Zu diesem Zweck kommt ein spezielles angetriebenes oder hinter einem anderen Fahrzeug hergezogenes Prüffahrzeug zur Anwendung. Am Prüffahrzeug werden Referenzreifen befestigt, entweder einzeln oder beide zur selben Zeit. Zwei komplett unterschiedliche Reifen wurden gewählt, um die zu untersuchenden Reifen/Fahrbahn-Geräusche abzubilden.

Obwohl die Mikrophone in unmittelbarer Nähe zur Quelle des Reifen/Fahrbahn-Geräusches positioniert sind, beinhaltet das Mikrofonsignal tatsächlich einen erheblichen Teil des Schallausbreitungseffekts im Zusammenhang absorbierender Oberflächen. Dies zeigen Modellrechnungen und Ergebnisse des CPX-Validierungsexperiments (Literaturhinweise [2], [3]). Weitere Informationen sind Anhang D zu entnehmen.

Die Prüfungen werden mit dem Ziel durchgeführt, ein hier als CPX-Pegel, L_{CPX} , benanntes Reifen/Fahrbahn-Geräusch bei einer oder mehreren der benannten Referenzgeschwindigkeiten festzulegen. Dies kann durch Prüfung bei einer Referenzgeschwindigkeit oder durch Normierung der Geschwindigkeitsabweichungen erreicht werden.

Für jeden Referenzreifen und jeden einzelnen Prüfdurchlauf mit diesem Reifen werden die durchschnittlichen Schalldruckpegel über kurze Messdistanzen (Segmente von jeweils 20 m Länge) und die entsprechenden Fahrzeuggeschwindigkeiten aufgezeichnet. Der Schalldruckpegel jedes Segments wird mittels eines simplen Korrekturverfahrens auf eine Referenzgeschwindigkeit bezogen. Je nach Zweck der Messung, d. h. Messung eines bestimmten Segments oder einer Reihe nacheinander folgender Segmente (ein Abschnitt), wird anschließend gemittelt.

Der CPX-Pegel, $L_{\text{CPX:t},v_{\text{ref}}}$, ist der resultierende Schalldruckpegel für die beiden vorgeschriebenen Mikrofone bei der Referenzgeschwindigkeit, v_{ref} für den Referenzreifen, t, wobei t P oder H ist.

Wo beide Nahfeld-Geräuschpegel bestimmt worden sind, ist der Nahfeld-Geräuschindex $L_{\text{CPX:I}}$ der Mittelwert von $L_{\text{CPX:P}}$ und $L_{\text{CPX:H}}$ mit gleicher Gewichtung beider Indizes. $L_{\text{CPX:I}}$ ist für den Einzahlwertvergleich bestimmt.

Es gibt einige Probleme mit dem Verfahren, weshalb bei seiner Anwendung besondere Vorsicht vonnöten ist, insbesondere unter Umständen, die nicht häufig auftreten. In Anhang J werden solche Probleme erörtert.

6 Messvorrichtungen

6.1 Schallpegelmesser

Der Schallpegelmesser oder ein äquivalentes Messsystem muss innerhalb des Mindestfrequenzbereichs von 315 Hz bis 5 000 Hz den Anforderungen der Klasse 1 nach IEC 61672-1 entsprechen. Die Mikrofone müssen dem „Freifeld“-Typ entsprechen.

Ein angemessener Windschirm mit einem Durchmesser von mindestens 90 mm ist zu verwenden. Die Schalleigenschaften von Windschirmen verschlechtern sich, wenn das Material zunehmend verschmutzt. Daher empfiehlt es sich, die Eigenschaften der Windschirme regelmäßig zu prüfen und sie durch neues Material zu ersetzen, wenn sie Anzeichen von Verschmutzung zeigen.

6.2 Frequenzanalysator

Terzfrequenzanalysen der Schallmessungen sind verpflichtend. Der Frequenzbereich von 315 Hz bis 5 000 Hz (Terzmittenfrequenzen) muss mindestens abgedeckt sein. Die Terzfilter müssen IEC 61260-1 entsprechen.

6.3 Geräte zur Schallkalibrierung

Zu Beginn der Messungen und nach Einhalten einer gegebenenfalls vom Hersteller angegebenen Anwärm-dauer ist der Gesamtübertragungskoeffizient des Schallpegelmessers oder des äquivalenten Messsystems (einschließlich Mikrofon) zu prüfen und nötigenfalls nach den Vorgaben des Herstellers einzustellen. Dies kann die Verwendung einer Standardschallquelle, z. B. eines Kalibrators oder Pistonphones, erforderlich machen. Diese Prüfung ist zum Ende der Messungen und mindestens jeweils nach 4-stündigem Betrieb zu wiederholen. Alle Abweichungen müssen in den Messbericht aufgenommen werden. Wenn die einzelnen Kalibrierungen des Schallpegelmessers zwischen den Prüfungen um mehr als 0,5 dB differieren, sind alle dazwischenliegenden Messungen als ungültig anzusehen.

Die Schallkalibrierungsvorrichtung muss den Anforderungen der Klasse 1 nach IEC 60942 entsprechen.

6.4 Geräte zur Geschwindigkeitsmessung

Die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit über das gemessene Segment muss mit einer höchstzulässigen Fehlergrenze von ± 1 % des angegebenen Werts gemessen werden.

Wird bei Geschwindigkeitsmessungen ein Reifen verwendet, darf er nicht an einer Antriebsachse befestigt werden.

6.5 Geräte zur Positionsüberwachung

GPS oder andere Verfahren zur Feststellung der Startpositionen für Messungen sind von besonderem Nutzen, um Probleme bei der Feststellung des Prüfabschnitts zu vermeiden und zu einem späteren Zeitpunkt oder für andere Arten der Messungen an dieselbe Position zurückkehren zu können. Es wird empfohlen, dass das GPS-System ein festgelegter Typ mit einer Fehlergrenze von höchstens ± 5 m ist.

6.6 Geräte zur Temperaturmessung

Die Geräte zur Lufttemperaturmessung und (optional) zur Straßentemperaturmessung dürfen vom Hersteller festgelegte Fehlergrenzen von höchstens ± 1 °C aufweisen. Für die Messung der Lufttemperatur dürfen keine Infrarotmessgeräte verwendet werden.

6.7 Geräte zur Messung der Reifenlast

Die Wiegegeräte zur Feststellung der Prüfreifenlast dürfen vom Hersteller festgelegte Fehlergrenzen von höchstens ± 5 % aufweisen.

6.8 Geräte zur Fülldruckmessung

Die Geräte zur Feststellung des Fülldrucks der Prüfreifen dürfen vom Hersteller festgelegte Fehlergrenzen von höchstens ± 4 % aufweisen.

6.9 Verifizierung des Schallmesssystems

Die Einhaltung der Anforderungen der entsprechenden Klasse nach IEC 60942 an den Schallkalibrator muss jährlich verifiziert werden. Die Einhaltung der Anforderungen nach IEC 61672-1 an den Schallpegelmesser oder ein äquivalentes Messsystem muss alle zwei Jahre verifiziert werden. Die Verifizierung ist von einem Laboratorium durchzuführen, das autorisiert ist, Kalibrierungen durchzuführen, die auf die entsprechenden Normen zurückzuführen sind. Es wird empfohlen, dass alle anderen Messgeräte wenigstens alle zwei Jahre kalibriert werden sollten.

7 Messorte

Bei der Durchführung von CPX-Messungen gibt es eine Reihe von Einschränkungen hinsichtlich der Anwendung in der Praxis, durch die die Mindestanforderungen an einen Straßenabschnitt definiert werden, so dass dieser für eine Bewertung geeignet ist. Diese können wie folgt zusammengefasst werden.

- Die Zufahrt zum Straßenabschnitt muss eine ausreichende Länge aufweisen, damit die Referenzgeschwindigkeit erreicht werden kann, bevor der Straßenabschnitt erreicht wird. Vor dem Beginn des Straßenabschnitts muss es eine Einlaufstrecke von mindestens 10 m Länge und gleichartiger Oberflächenart geben.
- Der Straßenabschnitt muss (ohne die Einfahrtstrecke) mindestens 20 m lang und vorzugsweise länger als 100 m sein.
- Der Straßenabschnitt darf keine Kurven mit einem Kurvenradius von weniger als 250 m bei 50 km/h und 500 m bei 80 km/h aufweisen.
- Die Oberfläche des Straßenabschnitts muss bis zu einer Entfernung von 0,5 m senkrecht zur Seitenwand des dem Mikrofon zugewandten Prüfreifens dieselbe Oberflächenart wie die Rollspur des Prüfreifens oder ähnliche akustische Impedanzmerkmale aufweisen.
- Die Einschränkungen hinsichtlich Fremdgeräuschen am Messort nach A.5 müssen beachtet werden.
- Werden Messungen mit einem Prüffahrzeug ohne Schallschutzeinhausungen durchgeführt (siehe 9.1), müssen die Teile des Straßenabschnitts, an denen sich reflektierende Oberflächen innerhalb einer Entfernung von 2 m zum Mikrofon befinden, von der Bewertung ausgenommen werden. Dies schließt Schutzplanken, Betonschutzwände oder andere Barrieren oder Böschungen, Felsen, geparkte Fahrzeuge, Brücken und Gebäude ein. In Fällen, in denen das Prüffahrzeug eine Einhausung umfasst, die

den Anforderungen von Anhang A entspricht, gelten keine Einschränkungen hinsichtlich der Objekte am Straßenrand.

Hinsichtlich der letzten Anforderung wurden 2 m ausgewählt, um als Vorsichtsmaßnahme gegen mögliche Effekte von Mehrfachreflexionen zwischen zwei harten Oberflächen zu dienen: die Fahrzeugseitenwand (falls vorhanden) und das Objekt am Straßenrand. Falls der Anwender nachweisen kann, dass derartige Reflexionen für die Fahrzeugkonfiguration gegenüber einer soliden Parallelwand bei einer geringeren Entfernung als 2 m keine Auswirkungen auf die gemessenen Pegel haben, kann die Entfernung verringert werden; sie darf jedoch niemals weniger als 1 m betragen. Falls sie auf die geprüfte Straße anwendbar sind, ist im Messbericht auf solche Reflexionsprüfungen hinzuweisen.

8 Meteorologische Bedingungen

8.1 Wind

Es wird empfohlen, dass die Umgebungswindgeschwindigkeit bei Messungen mit Prüffahrzeugen ohne Einhausung für das Mikrofon und den Prüfreifen in Höhe des Mikrofons 5 m/s nicht übersteigt. Falls der/die Prüfreifen mit einer Einhausung versehen ist/sind, sind Windgeschwindigkeiten von bis zu 10 m/s zulässig.

Falls der Hersteller oder der Anwender des Prüffahrzeugs nachweisen kann, dass das Fahrzeug bei höheren Windgeschwindigkeiten ohne Auswirkungen auf die Messergebnisse in jede Richtung fahren kann, kann die obige Empfehlung ignoriert werden. Dann müssen dieselben Bedingungen wie in A.3.2 erfüllt werden.

8.2 Temperatur und andere Witterungseinflüsse

Die Messungen dürfen nur durchgeführt werden, wenn die Straßenoberflächen trocken sind und die Umgebungslufttemperatur innerhalb des für die klimatische Zone repräsentativen Bereichs liegt:

- gemäßigt und kontinental: 5 °C bis 30 °C;
- tropisch und subtropisch: 10 °C bis 35 °C.

Die Oberflächen können als ausreichend trocken angenommen werden, wenn die Mindestzeitdauern für das Trocknen nach Regenfällen aus Tabelle F.1 beachtet werden.

ANMERKUNG 1 Der zulässige Temperaturbereich ist von den örtlichen Straßenbaustoffen abhängig. In wärmeren Zonen herrschen höhere Temperaturen vor und die Bitumenviskosität ist daran angepasst; in einem kälteren Klima kann die gleiche Temperatur zu Bitumenaustritten führen. Es ist bekannt, dass dies zu zusätzlichen Kleb/Reiß-Geräuschen des rollenden Reifens führt.

ANMERKUNG 2 Anhang F enthält Leitlinien zur Schätzung des Feuchtegehalts in Hohlräumen offener Beläge mittels eines einfachen Prüfverfahrens.

9 Prüffahrzeug

9.1 Allgemeine Auslegung

Das Prüffahrzeug kann einem der folgenden Typen entsprechen.

- Ein angetriebenes Fahrzeug, an dem ein oder zwei Referenzreifen (Prüfreifen) an der Achse nahe der Mikrofone montiert ist/sind. Es könnte auch ein Fahrzeug sein, an dem ein zusätzlicher Reifen zu Prüfzwecken montiert wurde.
- Ein von einem separaten Fahrzeug gezogener Anhänger. An dem Anhänger muss/müssen ein oder mehrere Prüfreifen montiert werden. Der Anhänger darf zusätzlich über Reifen zur Abstützung verfügen.

Der/Die Prüfreifen darf/dürfen von einer Einhausung umgeben sein, die die Reifen bis zu einer bestimmten Bodenfreiheit abdecken; ihr Zweck besteht im Schutz der Mikrofone vor Außengeräuschen und Windinflüssen.

Die Anforderungen an das Prüffahrzeug haben das Ziel, dem Referenzfall so nahe wie möglich zu kommen, in dem ein Reifen auf einer Straßenoberfläche rollt, auf der sich Mikrofone in einem akustischen Freifeld mit schallhartem Boden befinden, d. h. abgesehen von der Straßenoberfläche gibt es keine Schallreflexionen und keine Fremdgeräusche.

Die folgenden Anforderungen und Auslegungsempfehlungen sollen dazu dienen, dieser idealen Situation innerhalb praktischer Einschränkungen nahe zu kommen.

Für die Anwendung dieses Dokuments wird von drei Quellen unerwünschter Beeinflussung zur Freifeldschallübertragung vom Reifen zum Mikrofon ausgegangen:

- a) Fremdgeräusche im Zusammenhang mit dem System, aus Quellen wie Windgeräuschen und Schall vom Zugfahrzeug;
- b) Fremdgeräusche aus unabhängigen Quellen wie vorbeifahrenden Fahrzeugen und Reflexionen gegen Objekte am Straßenrand;
- c) Beiträge aus unerwünschten Reflexionen gegen Teile des Systems, wie nicht ausreichend absorbierende Einhausungen, und Teilen der Radaufhängung.

Das Fahrzeug muss die Anforderung erfüllen, die in Anhang A dargestellt sind. Siehe auch 10.7 hinsichtlich der Möglichkeiten, Segmente, in denen diese Anforderungen überschritten werden, zu verwerfen.

9.2 Mikrofonpositionen und -montage

Mindestens zwei Mikrofone müssen verwendet werden. Die zwei verpflichtenden Mikrofone müssen gleichzeitig in Betrieb sein. Die verpflichtenden Mikrofone müssen unter statischen Bedingungen die folgenden Positionen relativ zum Prüfreifen aufweisen (siehe Bild 1 und Tabelle 2):

- die Distanz horizontal von der Ebene eines nicht abgelenkten Teils der Reifenseitenwand muss $0,20\text{ m} \pm 0,01\text{ m}$ betragen;
- die Höhe über der Fahrbahnebene muss $0,10\text{ m} \pm 0,01\text{ m}$ betragen.

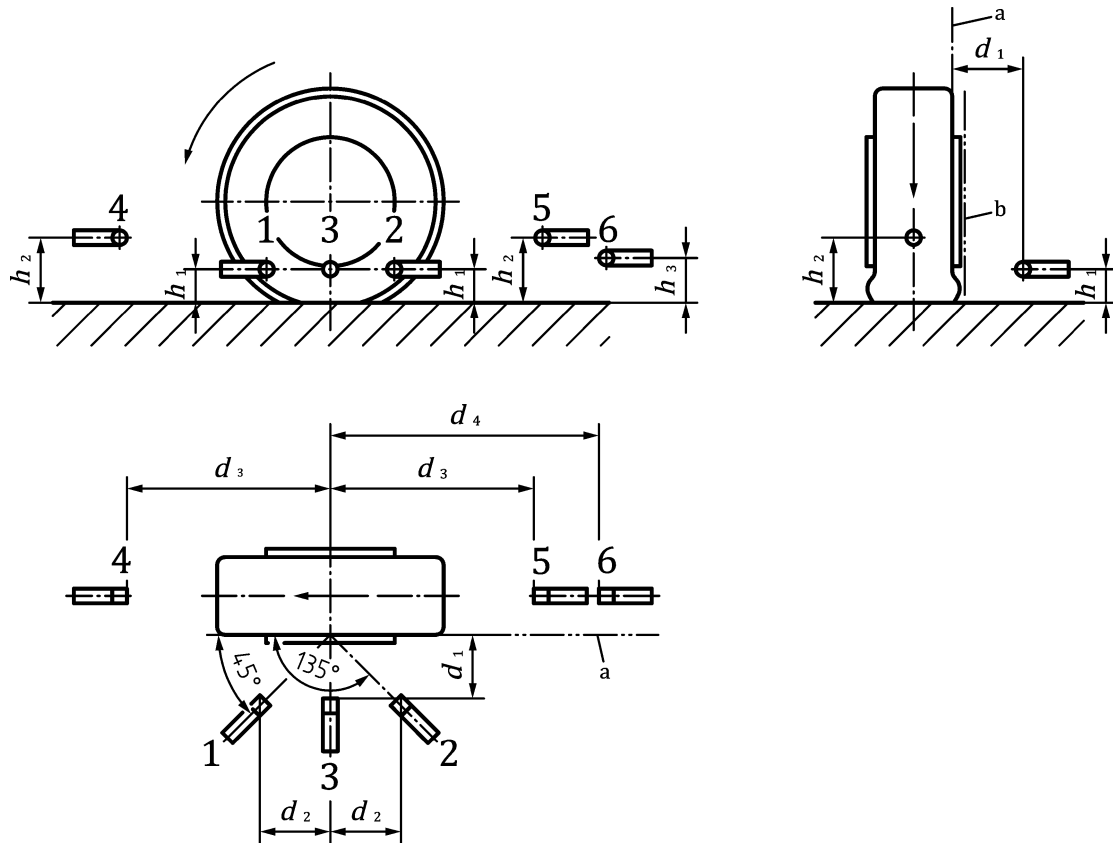
Alle Messungen beziehen sich auf die Mitte der Mikrofonmembran. Es wird empfohlen, dass das vordere Mikrofon (1) in einen Winkel von 45° zur Rollrichtung gedreht wird, und das hintere Mikrofon (2) in einen Winkel von 135° zur Rollrichtung gedreht wird, wie in Bild 1 gezeigt. Bei nicht eingehausten Systemen kann es jedoch ratsam sein, die Mikrofone parallel zur Fahrtrichtung aufzustellen, um den möglichen Einfluss von Luftverwirbelungen zu reduzieren.

Optionale Positionen in Winkeln von 0° , 90° und 180° zur Rollrichtung, wie in Bild 1 dargestellt, dürfen verwendet werden, wenn der Anwender eine umfassendere Aufzeichnung der richtungsgebundenen Reifen/Fahrbahn-Geräusche wünscht.

Bild 1 zeigt die Mikrofone auf der linken Seite der Testrad-Anordnung. Je nach Aufbau des Testfahrzeugs dürfen die Mikrofone auch auf der rechten Seite montiert werden, aber die Mikrofone 1 und 4 müssen dann an der vorderen Position bleiben.

Bei der Montage der Mikrofone ist es wichtig, sicherzustellen, dass die Halterung robust ist, damit Schwingungen der Mikrofone keine Auswirkungen auf die Messungen haben. Laut Literatur können Schwingungen die gemessenen Geräuschpegel beeinflussen [19].

ANMERKUNG Bei der Verwendung von Referenzreifen, die extrem von P1 und H1 abweichende Maße aufweisen (wie in ISO/TS 11819-3 festgelegt), sollte man sich darüber im Klaren sein, dass die Schallpegel der Mikrofone 4 bis 6 enorm durch die Entfernung (d_3 und d_4) zwischen den Mikrofonen und der Hinterkante sowie der Vorderkante der Reifen/Fahrbahn-Kontaktfläche beeinflusst werden. Bei Vergleichen von Reifen könnte es wichtiger sein, eine konstante Entfernung zwischen den Mikrofonen und den Kontaktkanten aufrechtzuerhalten.



Legende

- | | |
|---|--|
| 1 vorderes verpflichtend zu montierendes Mikrofon | 4 vorderes optional zu montierendes Mikrofon |
| 2 hinteres verpflichtend zu montierendes Mikrofon | 5 hinteres optional zu montierendes Mikrofon |
| 3 mittleres optional zu montierendes Mikrofon | 6 hinterstes optional zu montierendes Mikrofon |

d_1, d_2, d_3, d_4 siehe Tabelle 2

h_1, h_2, h_3 siehe Tabelle 2

a nicht deformierte Reifenseitenwand

b abgelenkte Reifenseitenwand

Bild 1 — Mikrophonpositionen für die Messungen

Tabelle 2 — Die Mikrofonpositionen in Bild 1

Mikrofon(e)	h_1	h_2	h_3	d_1	d_2	d_3	d_4
1, 2	0,10 m			0,20 m	0,20 m		
3	0,10 m			0,20 m	0,00 m		
4, 5		0,20 m				0,65 m	
6			0,15 m				0,80 m

9.3 Anforderungen an die Eigenschaften und Konformität des Fahrzeugs

Das Prüffahrzeug und die Eigenschaften des Messsystems müssen die Anforderungen im Anhang A erfüllen.

Unter den folgenden Bedingungen müssen vor der Prüfung zusätzliche Prüfungen zu den Eigenschaften des Prüffahrzeugs hinsichtlich der Fremdgeräusche (A.3) durchgeführt werden.

- Falls die Reifen des Prüffahrzeugs (falls angetrieben) oder des Zugfahrzeugs deutliche Unterschiede hinsichtlich ihres Zustands gegenüber dem Zeitpunkt der letzten Zertifizierung des Prüffahrzeugs aufweisen. Dies ist insbesondere bei Prüffahrzeugen von Bedeutung, die keine Einhausung um den Prüfreifen aufweisen.
- Falls das Zugfahrzeug von erheblich anderer Art als das Fahrzeug ist, das zum Zeitpunkt der letzten Zertifizierung des Prüffahrzeugs verwendet wurde.

9.4 Referenzreifen

Referenz-Reifen sind Testreifen, die für den angegebenen Zweck der Darstellung bestimmte Merkmale des Reifen/Fahrbahn-Geräuschs darstellen und für die Verwendung in diesem Verfahren mit spezifizierten und reproduzierbaren Standardeigenschaften ausgewählt wurden.

Die Norm-Referenzreifen müssen P1 und H1 nach ISO/TS 11819-3 sein. Je nach Zweck der Messung werden einer oder beide verwendet.

Andere Reifen als P1 und H1 dürfen zu Forschungszwecken oder bei speziellen Erhebungen verwendet werden. Eine Beschreibung der alternativen Reifen muss im Messbericht enthalten sein.

ANMERKUNG Der Vorteil der Verwendung von Referenzreifen gegenüber einer Mischung aus marktüblichen Reifen besteht in der Sicherstellung der Konsistenz und Verfügbarkeit der Prüfreifen im Lauf der Zeit sowie der internationalen Vergleichbarkeit der Messergebnisse.

Anerkanntermaßen könnten bei Umsetzung dieser Norm in einzelnen Ländern unter Umständen von P1 und H1 abweichende Referenzreifen erforderlich werden, um die Bedingungen vor Ort darzustellen oder auf Anpassungsmöglichkeiten an verfügbare CPX-Systeme einzugehen. Dies ist vertretbar, allerdings sollten die alternativen Referenzreifen und die Rechtfertigung ihrer Anwendung in den entsprechenden nationalen Umsetzungsrichtlinien oder -systemen festgelegt werden. Die Umrechnung von L_{CPX} -Werten für die alternativen Referenzreifen auf die äquivalenten P1- und H1-Werte ist nur zu Vergleichszwecken nützlich.

9.5 Gummihärte der Testreifen

Die Gummihärte der Testreifen muss mindestens alle drei Monate gemessen werden. Siehe ISO/TS 11819-3 für das Testverfahren.

9.6 Reifenmontage

Die Prüfreifen müssen auf das Testfahrzeug montiert werden, so dass

- jede angegebene Laufrichtung beachtet wird oder
- jede Markierung „Außenseite“ beachtet wird oder
- die Seitenwand mit der vollständigen DOT-Markierung (einschließlich Nummer für Produktionswoche/-jahr) in Richtung der Mikrofone zeigt.

Sobald eine Reifenmontage gewählt wurde, müssen die Reifen für diesen Zweck während ihrer Verwendung als Referenzreifen auf diese Weise montiert werden.

9.7 Einfahren der Reifen

Das Einfahren der Reifen ist wichtig und ist in ISO/TS 11819-3 beschrieben.

10 Messverfahren

10.1 Vorbereitung der Messungen

Die Mikrofonposition muss regelmäßig geprüft werden, z. B. jedes Mal, wenn ein Prüfreifen ausgetauscht oder eine akustische Kalibrierung durchgeführt wird. In Fällen, in denen ein angetriebenes Fahrzeug verwendet wird, müssen die Mikrofonpositionen unter typischen Betriebsbedingungen, d. h. mit dem Fahrer und möglichen Bedienungspersonen im Fahrzeug und typischen Mengen Kraftstoff im Tank usw., geprüft werden.

Vor der Durchführung jeglicher genormter Messungen müssen die Reifen auf die normale Betriebstemperatur gebracht werden. Dazu geeigneten Verfahren beinhalten das Fahren des Prüffahrzeugs für mindestens 15 min für ein Aufwärmen, das Referenzgeschwindigkeiten von bis zu 80 km/h entspricht, und das Fahren für mindestens 10 min für höhere Referenzgeschwindigkeiten.

Die Prüfreifen müssen regelmäßig auf Schäden am Profil und auf Fremdkörper darin untersucht werden. Späne oder Schmutz im Profil müssen vor der Prüfung und gegebenenfalls während dieser entfernt werden.

10.2 Messung des Schalls

Der zeitlich gemittelte A-bewertete Terzband-SPL von 315 Hz bis 5 000 Hz muss für jede Mikrofonposition durch Mittelung über jedes 20 m lange Straßensegment ermittelt werden. Dies ist die Grundlage für alle weiteren Bewertungen. Die Messung der Terzbandfrequenzspektren ist verpflichtend. Eine separate Messung des SPL ist nicht erforderlich.

Der zeitlich gemittelte SPL für ein einzelnes Terzband mit der Mittenfrequenz f , gemessen an der Mikrofonposition m an der Radspur w für das Straßensegment mit dem Index i im Durchlauf r bei Verwendung des Reifens t und gemessen bei der Referenzgeschwindigkeit v_{ref} wird wie folgt bezeichnet:

$$L_{\text{CPX}; t, w, r, i, f, m, v_{\text{ref}}}$$

10.3 Verfahren zur Untersuchung typischer Straßenabschnitte

Die folgenden Anforderungen gelten, wenn der Zweck der Messung darin besteht, einen für einen Straßenabschnitt (d. h. mehrere aufeinanderfolgende Straßensegmente) repräsentativen CPX-Pegel zu erhalten.

Nach Ausschluss von Straßensegmenten, bei denen die Prüfanforderungen nicht erfüllt werden (z. B. aufgrund von Fremdgeräuschen oder zu sehr abweichenden Geschwindigkeiten, siehe 10.3, letzter Absatz),

ist ein Straßenabschnitt als ordnungsgemäß gemessen zu betrachten, d. h. der Durchlauf ist zu akzeptieren, wenn mindestens die Hälfte der Straßensegmente bei vertretbarer Geschwindigkeit über den gesamten Abschnitt unter akzeptablen Bedingungen gemessen wurde. Jedoch müssen mindestens fünf derartige Segmente ordnungsgemäß gemessen werden.

Für jede Prüfbedingung müssen nach den Vorgaben des vorstehenden Abschnitts mindestens zwei Durchläufe in einer oder beiden Radspur(en) des Straßenabschnitts durchgeführt werden. Falls die zwei Abwerteten Gesamtpegel, die den Straßenabschnitt repräsentieren (einer je Durchlauf), für einen Reifen um mehr als 0,5 dB voneinander abweichen, müssen für diesen Reifen mindestens zwei neue Durchläufe durchgeführt werden. Das letzte Ergebnis je Reifen ist dann das arithmetische Mittel für alle Durchläufe oder Spuren.

ANMERKUNG 1 Wenn die Unterschiede zwischen den beiden Spuren bei gleichzeitigen Messungen mit gleicher Reifenart in beiden Radspuren 0,5 dB übersteigen, ist es möglich, dass dies keine fehlerhafte Messung, sondern einen systematischen Unterschied zwischen den Spuren darstellt.

Aufgrund verkehrlicher Beeinträchtigungen durch andere Fahrzeuge im Verkehrsfluss können die Geschwindigkeiten manchmal zu hoch oder zu niedrig sein und somit die Anforderungen von 10.8.2 nicht erfüllt werden. Bei derartigen Geschwindigkeiten müssen aufgezeichnete Daten verworfen werden.

ANMERKUNG 2 Dieser Abschnitt gilt nicht für das in Anhang G beschriebene Erhebungsverfahren.

10.4 Mindestanzahl von Durchläufen für sehr kurze Straßenabschnitte

Ein Straßenabschnitt besteht aus einer Reihe von Straßensegmenten (üblicherweise mindestens fünf). Falls der verfügbare Prüfabschnitt nur eine Länge von 20 m bis 100 m aufweist (einschließlich Einlaufstrecke, siehe Abschnitt 7), können Messungen nach diesem Dokument immer noch durchgeführt werden, allerdings muss die Anzahl der Durchläufe ausreichend sein, um eine gemessene Gesamtentfernung von mindestens 200 m zu erreichen. Die Anzahl solcher wiederholter Durchläufe und die Länge jedes Durchlaufs müssen eindeutig angegeben werden.

10.5 Seitliche Position auf der Straße

Sofern der Kunde keine anderen Anforderungen angibt, müssen die Messungen in einer oder beiden Radspur(en) des Prüffahstreifens erfolgen. Die Auswahl der Radspur (falls nur eine ausgewählt wird) darf so erfolgen, dass ein sicheres Fahren des Fahrzeugs möglich ist. Die gewählte Radspur (links oder rechts) muss angegeben werden.

Für andere Zwecke, z. B. Untersuchungen zur Inhomogenität der Oberfläche in Querrichtung, darf die Messung in anderen seitlichen Positionen erfolgen. In diesem Fall muss die seitliche Position des Prüfreifens eindeutig durch die Ergebnisse bestimmt werden.

Für eine weitergehende Besprechung siehe F.3.

10.6 Längsposition auf der Straße

Die Längsposition auf dem/den geprüften Straßenabschnitt(en) wird üblicherweise nach den Anforderungen des Kunden festgelegt. Es empfiehlt sich, die Vorschläge aus 6.5 hinsichtlich der Überwachung der Position zu befolgen.

10.7 Berücksichtigung von Störgeräuschen

Selbst wenn das Prüffahrzeug nach den Empfehlungen in Anhang E ausgelegt und nach Anhang A zertifiziert wurde, existieren immer noch verschiedene Quellen für Störgeräusche, die die Geräuschpegel während der Messungen beeinflussen können. Diese beinhalten:

— Geräusche durch Wind, besonders bei nicht eingehausten Systemen;