

DIN EN ISO 13473-1

ICS 17.140.30; 93.080.20

Ersatz für
DIN EN ISO 13473-1:2004-07

**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**

Characterization of pavement texture by use of surface profiles –
Part 1: Determination of mean profile depth
(ISO 13473-1:2019, Corrected version 2021-06);
German version EN ISO 13473-1:2019

Caractérisation de la texture d'un revêtement de chaussée à partir de relevés de profils de la surface –
Partie 1: Détermination de la profondeur moyenne du profil
(ISO 13473-1:2019, Version corrigée 2021-06);
Version allemande EN ISO 13473-1:2019

Gesamtumfang 58 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 13473-1:2019) 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 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 3274	siehe DIN EN ISO 3274
ISO 4287	siehe DIN EN ISO 4287
ISO 4288	siehe DIN EN ISO 4288
ISO 5725 (alle Teile)	siehe DIN ISO 5725 (alle Teile)
ISO 10844:2014	siehe DIN ISO 10844:2016-09
ISO 13473-2	siehe DIN ISO 13473-2
ISO/TS 13473-4	siehe DIN ISO/TS 13473-4
ISO 13473-5	siehe DIN EN ISO 13473-5

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 13473-1:2004-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anwendungsbereich überarbeitet;
- b) Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ aktualisiert;
- c) gesamtes Dokument inhaltlich umstrukturiert und überarbeitet;
- d) Literaturhinweise aktualisiert;
- e) Dokument redaktionell an die aktuell gültigen Gestaltungsregeln angepasst.

Korrektur aufgrund der 2021-06 korrigierten Fassung von ISO 13473-1:2019:

- a) Die Segmentlänge wurde im gesamten Dokument auf 100 mm korrigiert;
- b) in 7.3 wurde am Ende des vierten Absatzes folgender Satz hinzugefügt: „Wenn es mehr ungültige Proben als 5 mm am Anfang oder Ende eines abgetasteten Profils gibt, sollte(n) der/die betroffene(n) MSD-Wert(e) verworfen werden.“ und im letzten Absatz wurde „Profile“ durch „Segmente“ und „Messwerte“ durch „Proben“ ersetzt;
- c) in 7.6 wurde der dritte Absatz durch den folgenden Absatz ersetzt: „Wenn vor und nach dem zu berechnenden Abschnitt keine Daten verfügbar sind, sollte das Signal erweitert werden, indem das erste und das letzte Segment vor der Filterung gespiegelt wird.“;

- d) in 7.10 wurde das erste Listenelement umformuliert;
- e) in Abschnitt 10 wurde der folgende Text gestrichen: „Angabe, ob das Verfahren zur Entfernung von Störzonen angewendet wurde;“, „Art und Reihenfolge der verwendeten Filter;“ und „und Art der verwendeten Interpolation“;
- f) in D.3.7 wird „7.10“ durch „7.9“ ersetzt;
- g) in E.1, fünfter Absatz, wurde ein dritter Satz mit folgendem Wortlaut hinzugefügt: „Die Störzonen werden zunächst in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung identifiziert, bevor sie durch den interpolierten Wert ersetzt werden.“.
- h) Bild E.3 wurde korrigiert.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 13473-1: 2004-07

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3274, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Nenneigenschaften von Tastschnittgeräten*

DIN EN ISO 4287, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit*

DIN EN ISO 4288, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit*

DIN ISO 5725 (alle Teile), *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen*

DIN ISO 10844:2016-09, *Akustik — Anforderungen an Prüfstrecken zur Messung der Geräuschemission von Straßenfahrzeugen und ihren Reifen (ISO 10844:2014)*

DIN ISO 13473-2, *Charakterisierung der Textur von Fahrbahnbelägen unter Verwendung von Oberflächenprofilen — Teil 2: Begriffe und grundlegende Anforderungen für die Analyse von Fahrbahntexturprofilen*

DIN ISO/TS 13473-4, *Charakterisierung der Textur von Fahrbahnbelägen unter Verwendung von Oberflächenprofilen — Teil 4: Spektralanalyse von Oberflächenprofilen*

DIN EN ISO 13473-5, *Charakterisierung der Textur von Fahrbahnbelägen unter Verwendung von Oberflächenprofilen — Teil 5: Bestimmung der Megatextur*

Deutsche Fassung

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

Characterization of pavement texture
by use of surface profiles —
Part 1: Determination of mean profile depth
(ISO 13473-1:2019, Corrected version 2021-06)

Caractérisation de la texture d'un revêtement de
chaussée à partir de relevés de profils de la surface —
Partie 1: Détermination de la profondeur moyenne du
profil (ISO 13473-1:2019, Version corrigée 2021-06)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. Januar 2019 angenommen.

Diese Europäische Norm wurde korrigiert und vom CEN-CENELEC-Management-Zentrum am 23. Juni 2021 neu herausgegeben.

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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, 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: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Prüfoberflächen	12
4.1 Zustand der Deckschicht	12
4.2 Anzahl der vor Ort je Prüfabschnitt zu erfassenden Daten	12
4.2.1 Kontinuierliche Messungen	12
4.2.2 Punktmessungen	12
4.3 Anzahl der an Laborproben zu erfassenden Daten	12
5 Messgeräte	13
5.1 Instrumente im Allgemeinen	13
5.2 Auflösung in vertikaler Richtung	13
5.3 Auflösung in horizontaler Richtung	14
5.4 Messgeschwindigkeit	14
5.5 Ausrichtung des Sensors	15
5.6 Bandbreite des Sensors und Aufzeichnungssystems	15
5.7 Leistungsprüfung	16
5.8 Angabe ungültiger Messwerte (Drop-outs)	16
5.9 Empfindlichkeit gegenüber Schwingungen	16
6 Messverfahren	16
6.1 Leistungsprüfungen	16
6.2 Messungen	16
6.3 Kontinuierliche oder Punktmessungen	17
7 Datenverarbeitungsverfahren	17
7.1 Allgemeines	17
7.2 Zusammenfassung der Datenverarbeitungsschritte	17
7.3 Korrektur und Interpolation ungültiger Messwerte	18
7.4 Neuabtastung auf eine bestimmte räumliche Auflösung	19
7.5 Identifizierung von Störzonen und Umformung des Profils	19
7.6 Entfernung von Komponenten mit langer Wellenlänge und Normalisierung der Profilschärfe	20
7.7 Segmentbegrenzung	20
7.8 Bestimmung des Spitzenwerts und der MSD	21
7.9 Entfernung extremer MSD-Werte (optional)	21
7.10 Mittelwertbildung der MSD zur Bestimmung der MPD	21
7.11 Berechnung der ETD (optional)	21
8 Bewertung der Messunsicherheit nach ISO/IEC Guide 98-3	22
9 Sicherheitserwägungen	24
10 Prüfbericht	24

Anhang A (informativ) Texturbereiche.....	26
Anhang B (informativ) Bei speziellen Deckschichten festgestellte Probleme.....	29
B.1 Offenporige Deckschichten.....	29
B.2 Neu verlegte Deckschichten und feuchte/nasse Deckschichten.....	30
B.3 Deckschichten mit gerichteter Beschaffenheit (z. B. gerillter, geschliffener oder gezackter Beton).....	30
Anhang C (informativ) Verfahren zur Erfassung der Werte der mittleren Segmenttiefe durch Punktmessungen	31
C.1 Hintergrund.....	31
C.2 Durchführung	31
C.2.1 Allgemeines	31
C.2.2 Fall 1: Fahrbahnlänge L von weniger als 1 000 m ($L \leq 1\,000$ m)	32
C.2.3 Fall 2: Fahrbahnlänge L von mehr als 1 000 m ($L > 1\,000$ m)	32
C.2.4 Beispiel für Fall 2.....	33
Anhang D (normativ) Verfahren zur Verbesserung der Datenqualität.....	35
D.1 Allgemeines	35
D.2 Übersicht der festgelegten Datenverarbeitungsverfahren.....	36
D.3 Kurze Beschreibung der Verfahren.....	37
D.3.1 Identifizierung ungültiger Messwerte (vorgeschrieben)	37
D.3.2 Maximale Datennutzung (vorgeschrieben, sofern anwendbar)	37
D.3.3 Identifizierung von Störzonen (vorgeschrieben).....	37
D.3.4 Umformen des Profils (Raumbereich, vorgeschrieben)	37
D.3.5 Entfernung von Steigungskomponenten und langen Wellenlängenkompenten (vorgeschrieben)	38
D.3.6 Normalisierung der Schärfe durch Tiefpassfilterung (Raumbereich, vorgeschrieben)	38
D.3.7 Entfernung extremer MSD-Werte (Raumbereich, optional, nur für die MSD-Bestimmung).....	38
D.4 Unterstützung bei der Gestaltung der Filter	38
Anhang E (normativ) Verfahren zur Entfernung von Störzonen	40
E.1 Allgemeines	40
E.2 Beispiel.....	41
Anhang F (informativ) Messunsicherheit.....	43
F.1 Allgemeines	43
F.2 Ausdruck zur Berechnung des MPD-Werts.....	43
F.3 Unsicherheitsquellen	44
F.4 Schätzung der Unsicherheiten des Verfahrens	45
Anhang G (informativ) Leistungsprüfung	47
Anhang H (informativ) Flussdiagramme für die Bestimmung der MSD und MPD	50
Literaturhinweise.....	53

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 13473-1:2019) 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.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2019 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.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 13473-1:2004.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, 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 13473-1:2019, korrigierte Fassung 2021-06 wurde von CEN als EN ISO 13473-1:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) 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 13473-1:1997), die technisch überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Einige alternative Berechnungsmöglichkeiten, wie z. B. die Steigungsunterdrückung bei kontinuierlichen Daten, wurden gestrichen.
- Hochpass- und Tiefpassfilterung wurden präziser definiert.
- Die Entfernung von Störzonen wurde in das Profil eingebracht.
- Die MPD bezieht sich jetzt nur auf den Gesamtwert, der nach der Mittelung aller *MSD*-Werte erhalten wurde, wobei *MSD* mittlere Segmenttiefe bedeutet (früher wurde MPD als Benennung sowohl für die mittlere Segmenttiefe als auch für die mittlere Profiltiefe verwendet, was möglicherweise zu Missverständnissen geführt hat).

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 13473 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.

Diese korrigierte Fassung von ISO 13473-1:2019 enthält die folgenden Korrekturen:

- Die Segmentlänge wurde im gesamten Dokument auf 100 mm korrigiert;
- in 7.3 wurde am Ende des vierten Absatzes folgender Satz hinzugefügt: „Wenn es mehr ungültige Proben als 5 mm am Anfang oder Ende eines abgetasteten Profils gibt, sollte(n) der/die betroffene(n) MSD-Wert(e) verworfen werden.“ und im letzten Absatz wurde „Profile“ durch „Segmente“ und „Messwerte“ durch „Proben“ ersetzt;
- in 7.6 wurde der dritte Absatz durch den folgenden Absatz ersetzt: „Wenn vor und nach dem zu berechnenden Abschnitt keine Daten verfügbar sind, sollte das Signal erweitert werden, indem das erste und das letzte Segment vor der Filterung gespiegelt wird.“;
- in 7.10 wurde das erste Listenelement umformuliert;
- in Abschnitt 10 wurde der folgende Text gestrichen: „Angabe, ob das Verfahren zur Entfernung von Störzonen angewendet wurde;“, „Art und Reihenfolge der verwendeten Filter;“ und „und Art der verwendeten Interpolation“;
- in D.3.7 wird „7.10“ durch „7.9“ ersetzt;
- in E.1, fünfter Absatz, wurde ein dritter Satz mit folgendem Wortlaut hinzugefügt: „Die Störzonen werden zunächst in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung identifiziert, bevor sie durch den interpolierten Wert ersetzt werden.“.
- Bild E.3 wurde korrigiert.

Einleitung

Die Textur der Deckschicht bestimmt Faktoren wie etwa die Geräuschemissionen aus der Reifenaufstandsfläche, den akustischen Komfort im Fahrzeuginnenraum, die Reibung zwischen Reifen und Fahrbahn, den Rollwiderstand und den Reifenverschleiß. Das grundlegende Konzept und die Grundbegriffe sind zur Information in Anhang A dargestellt. Gültige Verfahren zur Messung der Deckschichttextur sind daher äußerst wünschenswert.

Das so genannte „Sandfleckverfahren“, oder allgemeiner das „volumetrische Verfahren“ (siehe Abschnitt 3), wird weltweit seit vielen Jahren verwendet, um einen einzelnen und sehr einfachen Messwert zur Beschreibung der Deckschichttextur zu erhalten. Es beruht auf einem bestimmten Volumen an Sand oder Glaskugeln, das auf einer Oberfläche ausgebreitet wird. Das Material wird so verteilt, dass es einen kreisförmigen Fleck bildet, dessen Durchmesser gemessen wird. Wird das Volumen des verteilten Materials durch die bedeckte Fläche dividiert, wird ein Wert erhalten, der die mittlere Tiefe der Schicht aus Sand oder Glaskugeln darstellt, bekannt als „mittlere Texturtiefe“ (en: mean texture depth, MTD). Das Verfahren wurde ursprünglich in ISO 10844:1994¹, Anhang A [5], genormt, um Grenzwerte der Deckschichttextur für eine Referenzschicht für die Prüfung von Fahrzeuggeräuschen zu bestimmen, wurde jedoch später als EN 13036-1 [13] von CEN übernommen.

Das volumetrische Verfahren ist anwenderabhängig und kann nur auf Deckschichten angewendet werden, die teilweise oder ganz für den Verkehr geschlossen sind. Es eignet sich daher z. B. nicht für Messungen in öffentlichen Straßennetzen. Mit der Entwicklung von berührungslosen, das Deckschichtprofil aufzeichnenden Verfahren wurde es möglich, die volumetrische Messung durch aus Profilaufnahmen abgeleiteten Messungen zu ersetzen, die mit mobilen Geräten im fließenden Verkehr aufgenommen werden können. Es wurden jedoch mehrere sehr unterschiedliche Verfahren angewendet, um die „vorhergesagte mittlere Texturtiefe“ zu berechnen, von denen viele recht erfolgreich waren. Die erhaltenen Werte sind nicht immer untereinander vergleichbar, bieten jedoch einzeln allgemein gute Korrelationskoeffizienten mit der durch das volumetrische Verfahren gemessenen Texturtiefe.

Es ist daher wichtig, ein genormtes Verfahren für die Messung und Bewertung der Texturtiefe mithilfe eines moderneren, sichereren und effizienteren Verfahrens als dem traditionellen volumetrischen Verfahren zu haben, dessen Werte direkt mit den Werten aus dem volumetrischen Verfahren und zwischen verschiedenen Messeinrichtungen vergleichbar sind.

1 Zurückgezogen und ersetzt durch ISO 10844:2014.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt ein Prüfverfahren zur Bestimmung der mittleren Tiefe der Makrotextur der Deckschicht (siehe Abschnitt 3) durch Messung des Profils einer Oberfläche und Berechnung der Texturtiefe aus diesem Profil. Das Verfahren dient dazu, einen Wert ausschließlich für die mittlere Tiefe der Makrotextur der Deckschicht zu liefern, und wird als unempfindlich gegenüber der Mikrotextur und Unebenheit der Fahrbahn angesehen.

Zweck dieses Dokuments ist es, ein international anerkanntes Verfahren zur Bestimmung der Texturtiefe der Deckschicht als Alternative zu dem herkömmlichen volumetrischen Verfahren (üblicherweise unter Verwendung von Sand- oder Glaskugelflecken), das vergleichbare Texturtiefenwerte ergibt, verfügbar zu machen. Zu diesem Zweck beschreibt das vorliegende Dokument Filterungsverfahren, die dafür ausgelegt sind, die mit dem volumetrischen Verfahren [13] bestimmten Texturtiefen bestmöglich darzustellen.

Die meisten aktuell verwendeten Profilometer sind von kontaktloser Ausführung (z. B. Laser, Lichtschlitz oder Lichtschnitt, um nur einige zu nennen) und dieses Dokument ist in erster Linie für diese Ausführung vorgesehen. Das schließt jedoch nicht die Anwendung von Teilen davon auf andere Arten von Profilometern aus.

Die Normenreihe ISO 13473 wurde aufgrund eines festgestellten Bedarfs bei der Festlegung einer Prüfoberfläche für Messungen der Fahrzeuggeräusche (siehe ISO 10844:2014 [6]) erstellt. Makrotexturtiefenmessungen nach dem vorliegenden Dokument sind nicht in jedem Fall dafür geeignet, Prüfbedingungen für Fahrzeug- oder Verkehrsgeräuschmessungen festzulegen, sie sind aber in Verbindung mit anderen Verfahren zur Festlegung einer Oberfläche bedingt als Ergänzung verwendbar.

Das hier beschriebene Prüfverfahren ist für die Bestimmung der mittleren Profiltiefe (MPD) einer Deckschicht geeignet. Diese MPD kann zu einer Größe umgerechnet werden, die eine Schätzung der Makrotexturtiefe in Übereinstimmung mit dem volumetrischen Verfahren darstellt. Es ist gleichermaßen bei Feld- und Laborprüfungen an Belagproben anwendbar. Bei Anwendung in Kombination mit anderen physikalischen Prüfverfahren sind die aus diesem Prüfverfahren abgeleiteten Makrotexturtiefenwerte für die Schätzung der Merkmale der Fahrbahngriffigkeit (siehe z. B. Literaturhinweis [15]), die Schätzung der Geräuschmerkmale und die Beurteilung der Eignung des Deckschichtmaterials oder der Oberflächenbearbeitungsverfahren anwendbar.

Dieses Verfahren kann zusammen mit anderen Messungen (sofern anwendbar) wie etwa der Porosität oder Mikrotextur zur Beurteilung der Qualität von Deckschichten verwendet werden.

Dieses Dokument ist an die Messung der Textur einer Deckschicht angepasst und nicht für andere Anwendungen vorgesehen. Form, Größe und Verteilung der Partikel von Zuschlagstoffen sind nicht Gegenstand der Belagsmerkmale für dieses Verfahren. Das Verfahren ist nicht als vollständige Beurteilung aller Oberflächeneigenschaften der Textur einer Deckschicht gedacht. Insbesondere ist bekannt, dass bei der Auswertung der Ergebnisse Probleme auftreten, wenn das Verfahren auf poröse oder gerillte Oberflächen angewendet wird (siehe Anhang B).

ANMERKUNG Andere Internationale Normen, die sich mit Methoden zur Messung von Oberflächenprofilen befassen, umfassen z. B. die Literaturhinweise [1], [2] und [3]. Obwohl es in diesen Normen nicht ausdrücklich vermerkt ist, werden sie vor allem für die Messung (der Mikrotextur) endbehandelter Metalloberflächen verwendet und sind nicht dafür vorgesehen, auf Deckschichten angewendet zu 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/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 <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Texturwellenlänge

λ

Größe, die die horizontale Abmessung von Unebenheiten eines Texturprofils (3.3) beschreibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Texturwellenlänge wird üblicherweise in Meter (m) oder Millimeter (mm) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: „Texturwellenlänge“ ist ein Deskriptor der Wellenlängenkompenten des Profils und mit dem Konzept der Fourier-Transformation einer Reihe regelmäßig erfasster Messpunkte entlang einer räumlichen Achse verbunden. Die vertikale Lage (Höhe) hat einen beliebigen Bezugspunkt.

3.2

Textur

Textur einer Deckschicht

Abweichung der Oberfläche einer Deckschicht von der tatsächlichen Planfläche mit einer *Texturwellenlänge* (3.1) von weniger als 0,5 m

3.3

Deckschichtprofil

Texturprofil

obere Kontur eines vertikalen Querschnitts durch eine Deckschicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Texturprofil ist mit dem Deckschichtprofil vergleichbar, aber auf den Texturbereich beschränkt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Profil der Oberfläche wird durch zwei Koordinaten beschrieben: die Deckschichtebene, d. h. der Abstand (die Abszisse), und in einer Richtung normal zur Deckschichtebene, d. h. die **vertikale Lage** (die Ordinate). Ein Beispiel ist in Bild A.1 angeführt. Der Abstand kann in Längs- oder lateraler (transversaler) Querrichtung im Verhältnis zur Bewegungsrichtung auf einer Deckschicht sein oder in Kreisform oder jeder anderen Richtung zwischen diesen Extremen bestehen.

3.4

Makrotextur

Makrotextur einer Deckschicht

Abweichung der Oberfläche einer Deckschicht von der tatsächlichen Planfläche mit den charakteristischen Abmessungen entlang der Oberfläche von 0,5 mm bis 50 mm entsprechend den *Texturwellenlängen* (3.1) mit Terzbändern, die den Bereich von 0,63 mm bis 50 mm der mittleren Wellenlängen umfassen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Spitze-Spitze-Werte können üblicherweise im Bereich von 0,1 mm bis 20 mm variieren. Dieser Texturtyp weist Wellenlängen in derselben Größenordnung wie die Reifenprofilelemente in der Reifenaufstandsfläche auf. Deckschichten werden üblicherweise mit einer ausreichenden Makrotextur ausgelegt, um eine geeignete Entwässerung in der Reifenaufstandsfläche zu erreichen. Die Makrotextur wird durch ein geeignetes Mischungsverhältnis von Zuschlagstoffen und Mörtel oder durch die Technik der Oberflächenbearbeitung bestimmt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die World Road Association (PIARC) hat die Bereiche der Mikro-, Makro- und Megatextur [16] ursprünglich auf der Grundlage der physikalischen Beziehungen zwischen der Textur und der Reibung, dem Geräusch etc. festgelegt. Bild A.2, das eine geänderte Version der ursprünglichen PIARC-Darstellung enthält, zeigt, wie diese Definitionen bestimmte Bereiche der Texturwellenlänge und Wellenzahl abdecken. In diesem Bild umfasst „Unannehmlichkeit für Passagiere“ innerhalb und außerhalb von Kraftfahrzeugen, Fahrrädern sowie Rollstühlen und anderen von behinderten Personen genutzten Fahrzeugen wahrgenommene Einwirkungen.

3.5 Messungen der Texturtiefe

3.5.1

Texturtiefe

TD

en texture depth

im dreidimensionalen Fall der Abstand zwischen der Oberfläche und einer Ebene durch die Spitzen der drei höchsten Partikel innerhalb eines Bereichs der Oberfläche, der dieselbe Größenordnung wie die Reifenaufstandsfläche hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild A.3.

3.5.2

mittlere Texturtiefe

MTD

en mean texture depth

Texturtiefe (3.5.1), die bei Anwendung des volumetrischen Verfahrens ermittelt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Anwendung des „volumetrischen Verfahrens“ (siehe nachstehend) ist die „Ebene“ in der Praxis durch den Kontakt zwischen einer Gummischeibe und der Oberfläche bestimmt, wenn die Scheibe über die Fläche gerieben wird. Deshalb basiert die Texturtiefe, die sich in diesem Fall ergibt, nicht auf einer exakten „Ebene“, sondern mehr auf einer Näherung, die eine etwas gekrümmte und schwer zu bestimmende Fläche darstellt.

3.5.3

Profiltiefe

PD

en profile depth

im zweidimensionalen Fall, d. h. bei der Untersuchung eines Profils, der Abstand zwischen dem Profil und einer horizontalen/seitlichen Linie durch die Spitzen der höchsten Partikel des Profils innerhalb einer bestimmten Strecke in Längs- oder Querrichtung, deren Länge in derselben Größenordnung wie die der Reifenaufstandsfläche liegt

3.5.4

Auswertungslänge

l

Länge eines Teils eines Profils oder mehrerer Profile, für die die *MPD* (3.5.2) zu berechnen ist

3.5.5

Segment

Teil eines Profils mit einer Länge von 100 mm

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild A.4.

3.5.6

mittlere Segmenttiefe

MSD

en mean segment depth

durchschnittlicher Wert der *Profiltiefe* (3.5.3) eines *Segments* (3.5.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild A.4.

3.5.7

mittlere Profiltiefe

d_{MPD}

MPD

en mean profile depth

Durchschnitt der Werte der *MSD* (3.5.6) des geprüften Abschnitts

3.5.8

geschätzte Texturtiefe

d_{ETD}

ETD

en estimated texture depth

verwendete Benennung, wenn die *MPD* (3.5.7) verwendet wird, um die *MTD* (3.5.2) mithilfe einer Transformationsgleichung zu schätzen

3.6

volumetrisches Verfahren

Verfahren, das auf der Ausbreitung von Material, üblicherweise Sand oder Glaskugeln, in Form eines Flecks beruht

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Material wird mit einer Gummischeibe so verteilt, dass es näherungsweise einen kreisförmigen Fleck bildet, dessen mittlerer Durchmesser gemessen wird. Wird das Volumen des Materials durch die bedeckte Fläche dividiert, wird ein Wert erhalten, der die mittlere Tiefe der Schicht darstellt, d. h. eine *MTD*. Das volumetrische Verfahren ist in EN 13036-1 beschrieben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das volumetrische Verfahren wird nicht nur mit Sand oder Glaskugeln als Material für den Fleck verwendet, sondern in manchen Fällen auch mit Kitt oder Schmierfett. Diese Materialien haben jedoch bestimmte Nachteile, und die internationale Normung empfiehlt ausschließlich Glaskugeln. Das Maß für die geschätzte Texturtiefe *ETD* basiert auf der Verwendung von Glaskugeln als Material für den Fleck.

3.7

ungültiger Messwert

Daten in dem Messprofil, die von dem Sensor als ungültig angezeigt werden

3.8

Störzone

ungewöhnlich hoher und scharf definierter Scheitelwert im gemessenen Profil, der nicht Teil des tatsächlichen Profils ist und nicht automatisch von dem System als ungültig erkannt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Anhang E enthält eine quantitative Definition einer Störzone.

4 Prüfoberflächen

4.1 Zustand der Deckschicht

Messungen dürfen nicht bei Regen oder Schneefall durchgeführt werden. Sofern nicht nachgewiesen wurde, dass das Gerät gültige Messungen auf nassen oder feuchten Deckschichten liefert, muss die Deckschicht während der Messungen trocken sein. Darüber hinaus muss sie sauber und ausreichend frei von Rückständen und Fremdkörpern sein.

Es ist möglich, dass auf optischen Verfahren basierende Messsysteme auf neu verlegten Deckschichten, die glänzend und dunkel sind, nicht korrekt arbeiten. Wenn die Prüfung während dem Verlegen durchgeführt wird, können Verzerrungen aufgrund des Temperaturgradienten in der Luft über der untersuchten Oberfläche zu ungültigen Messdaten führen.

Bei bereits in Betrieb genommenen Straßen kann die Textur der Deckschicht variieren. In diesem Fall wird der Ort der Messung in Querrichtung üblicherweise nach dem Verwendungszweck der Daten bestimmt.

4.2 Anzahl der vor Ort je Prüfabschnitt zu erfassenden Daten

4.2.1 Kontinuierliche Messungen

Kontinuierliche Messungen werden vorgenommen, wenn eine bestimmte Länge der Straße mit möglichen Unterbrechungen von maximal 10 % der Länge gemessen wird. Die Mindestauswertungslänge, über die die MPD berechnet wird, muss 1,0 m betragen. Es ist nicht sinnvoll, MPD über kürzere Längen anzugeben.

Es wird empfohlen, Messungen und Berechnungen kontinuierlich für den gesamten zu prüfenden Abschnitt vorzunehmen.

4.2.2 Punktmessungen

Wenn eine kontinuierliche Messung nicht möglich ist, wie etwa bei stationären Geräten, dürfen Messungen an bestimmten, angemessen verteilten Punkten vorgenommen werden. Hierbei gelten die folgenden Mindestvorschriften:

- Jede Auswertungslänge muss mindestens acht einzelne gemessene Segmente mit einer Länge von 100 mm umfassen. Dies würde sich üblicherweise auf eine gerade Linie beziehen, darf aber auch für einen kreisförmigen Verlauf oder parallele Linien gelten (in Verbindung mit 3D-Messungen). Jedes Segment muss kontinuierlich gemessen werden. Eine Ausnahme gilt bei der Messung runder Laborproben; siehe 4.3.
- Das Verfahren in Anhang C wird empfohlen, um Messpositionen und Auswertungslängen in unvoreingenommener Weise auszuwählen.
- Die Mindestauswertungslänge muss 1,0 m betragen.

Bei Oberflächen mit periodischen Texturen (z. B. gerillte oder gefurchte Oberflächen) muss die gesamte Profillänge mindestens 10 Perioden der dominanten Texturfrequenz umfassen.

4.3 Anzahl der an Laborproben zu erfassenden Daten

Laborproben sind im Allgemeinen entweder Bohrkerns oder rechteckige Platten. Die Proben dürfen direkt aus einer Straße oder einem Flugfeld entnommen, in einem Labor hergestellt oder auf der Grundlage von Abdrücken einer tatsächlichen Stelle auf der Straße oder dem Flugfeld repliziert werden.

Bei der Messung an Laborproben sollte darauf geachtet werden, dass die Kantenausbildung der Laborproben die Messung nicht beeinflusst.

Damit die Messungen hinreichend repräsentative Werte für die tatsächliche Untersuchungsstelle ergeben, müssen die folgenden drei Anforderungen erfüllt werden:

- Bohrkerne, Platten oder Abdrücke für die Profilmessung müssen mindestens von vier verschiedenen gleichmäßig entlang des Prüforts verteilten Stellen entnommen werden;
- die Messungen müssen mindestens 4 gleichmäßig auf die Laborproben verteilte (siehe nachstehend) Segmente (je Bohrkern) umfassen, jedes Profil muss über eine Länge von 100 mm gemessen werden und darf nicht Teil eines anderen Profils sein, mit der Ausnahme, dass ein Profil ein anderes Profil kreuzen darf;
- die Mindestauswertungslänge muss 1,0 m betragen.

Der empfohlene Durchmesser der Bohrkerne beträgt mindestens 150 mm, aber auch Bohrkerne mit einem Durchmesser von 100 mm sind akzeptabel. Wenn der Kerndurchmesser keine Messungen entlang einer geraden Linie in der erforderlichen Länge über den Bohrkern ermöglicht, wird empfohlen, den Bohrkern unter dem Sensor zu drehen (oder umgekehrt) und die Messung entlang eines Kreises um die Mitte des Bohrkerns vorzunehmen. Derartige Kreise sollten einen Mindestumfang von 200 mm (das entspricht einem Durchmesser von 64 mm) aufweisen.

Rechteckige Proben haben häufig Abmessungen, die die üblichen Maße des Bohrkerns überschreiten. Die einzelnen Profilmessungen sollten an derartigen Proben gleichmäßig verteilt vorgenommen werden.

Messungen an Laborproben können vielen unterschiedlichen Zwecken dienen. Aus diesem Grund ist es schwer, allgemeine Mindestanforderungen festzulegen. Die Spezifikation nimmt hier an, dass der Zweck darin besteht, Werte zu erlangen, die ausreichend repräsentativ für Deckschichten sind.

5 Messgeräte

5.1 Instrumente im Allgemeinen

Es muss ein Profilometer-System verwendet werden, das ein elektrisches Signal proportional zum Abstand zwischen einer Sensor -Referenzebene und dem abgetasteten Oberflächenpunkt abgibt. Der Sensor kann z. B. ein akustischer, elektro-optischer Sensor oder eine Videokamera sein. Das endgültige Ausgangssignal muss linear zum Texturprofil sein. Dies darf, wenn nötig, entweder durch die Hardware oder die Software erreicht werden. Das Profilometer-System muss darüber hinaus über eine Vorrichtung zur Bewegung des Sensors entlang der oder quer über die Oberfläche in einer mindestens über eine Profillänge im Wesentlichen gleichmäßigen Höhe (vertikal) verfügen. Dies gilt nicht, wenn das Profil durch Verfahren wie etwa das Lichtschnittverfahren erstellt wird.

5.2 Auflösung in vertikaler Richtung

Die Auflösung in vertikaler Richtung muss 0,05 mm oder besser betragen. Der Messbereich des Sensors sollte mindestens 20 mm betragen. Bei der Messung glatterer Oberflächen ist ein kleinerer Bereich zulässig. Für einen an einem fahrenden Fahrzeug befestigten Sensor ist üblicherweise ein höherer Bereich erforderlich, um Fahrzeugbewegungen zuzulassen.

ANMERKUNG 1 Ein Laser- Sensorsystem mit einem Messbereich von 200 mm und einer digitalen Auflösung von 12 bit hat eine Auflösung in vertikaler Richtung von etwas weniger als 0,05 mm.

ANMERKUNG 2 Es hat sich gezeigt, dass viele der Laser-Profilometer ein Grundrauschen aufweisen, das 0,13 mm bis 0,17 mm der MPD entspricht. Eine Auflösung in vertikaler Richtung von 0,05 mm bedeutet, dass die Auflösung in vertikaler Richtung nicht zum Grundrauschen beiträgt.

5.3 Auflösung in horizontaler Richtung

Im Fall eines Geräts, das einen Laser, einen anderen elektro-optischen Sensor oder einen auf Schallübertragung basierenden Sensor verwendet, sollte der Auftreffpunkt des Strahls so sein, dass sein durchschnittlicher Durchmesser auf der Straßenoberfläche in keinem Fall mehr als 1 mm über dem verwendeten vertikalen Bereich liegen darf. In diesem Fall wird der in einem durch eine Konturlinie begrenzten Bereich enthaltene Punkt als effektiver Punkt genommen, wobei die Intensität des Punkts $1/e$ (etwa 37 %) der maximalen Intensität innerhalb des Punkts entspricht.

Wenn eine Lichtschnittvorrichtung verwendet wird, muss das projizierte Lichtband oder die Lichtlinie scharf genug sein, um einen Hell-Dunkel-Übergang innerhalb von 1 mm sicherstellen. In diesem Fall wird die effektive Linienbreite als die Breite genommen, innerhalb der sich die Lichtintensität von 100 % auf $1/e$ (etwa 37 %) der maximalen Intensität innerhalb der Linie reduziert hat.

Wenn ein Kontaktsystem (z. B. ein Taststift) verwendet wird, muss der berührende Teil (Spitze) so beschaffen sein, dass er an seiner breitesten Stelle bis 1 mm aufwärts von der Spitze einen Durchmesser von höchstens 1 mm hat. Die Kontaktkräfte auf der Oberfläche dürfen nicht so hoch sein, dass der Stift in die Oberfläche eindringt oder diese beschädigt. Eine solche Beschädigung ist üblicherweise als klar sichtbare Spur an der Kontaktstelle zu erkennen.

Das Abtastintervall darf nicht mehr als 1,0 mm betragen und die Messungen müssen in einem festgelegten Intervall in horizontaler Richtung erfolgen.

Es ist zu beachten, dass sich der Fleck leicht in Messrichtung vergrößert, wenn der Laser oder Lichtfleck während der Messung jeder Probe bewegt wird. Diese „Ausdehnung“ des Flecks durch die Messgeschwindigkeit kann berechnet werden, indem die Messgeschwindigkeit durch die Dauer jeder Probenmessung dividiert wird, und sollte niemals zu einer Flecklänge von mehr als 1 mm führen. Dies kann zu einer Reduzierung der Messgeschwindigkeit führen.

5.4 Messgeschwindigkeit

Die Messgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, mit der das Profil von dem Profilometer abgetastet wird und muss geeignet sein, die Anforderungen an das Abtastintervall zu erfüllen. Dies gilt sowohl für stationäre als auch für mobile Profilometer. Die Relation lautet:

$$v \leq f_s \cdot s / 1\,000 \quad (1)$$

Dabei ist

- v die Profilometergeschwindigkeit (m/s);
- f_s die Abtastfrequenz des Aufnehmers (Hz);
- s das Abtastintervall (mm).

Bei einigen Geräten beeinflusst die Geschwindigkeit das Hintergrundrauschen, da dieses bei höheren Frequenzen stärker sein kann. Je nach Art der Datenerfassung und der Tiefpassfilterung kann die Geschwindigkeit die der unteren Grenze des Texturwellenlängenbereichs entsprechende elektronische Frequenz beeinflussen. Die möglichen Auswirkungen von Messschwankungen sind in 5.2 dargelegt.

ANMERKUNG „Tiefpass“ bezeichnet die Filterung eines Signals mit der Absicht, die höheren Frequenzen (zeitlich oder räumlich) zu dämpfen.