

Juni 2024

ICS 91.100.50

Vorgesehen als Ersatz für EN 12607-1:2014

Deutsche Fassung

Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft - Teil 1: RTFOT-Verfahren

Bitumens and bituminous binders - Determination of the resistance to hardening under influence of heat and air - Part 1: RTFOT method

Bitumes et liants bitumineux - Détermination de la résistance au durcissement sous l'effet de la chaleur et de l'air - Partie 1 : Méthode RTFOT

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur formellen Abstimmung vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 336 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN-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.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC-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.

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

Warnvermerk : Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäischen Norm in Bezug genommen werden.



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	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Kurzbeschreibung	5
5 Prüfeinrichtung	5
6 Kalibrierung und Prüfung	10
7 Probenahme	11
8 Durchführung	11
8.1 Allgemeines	11
8.2 RTFOT-Vorbehandlung	11
8.3 Prüfung nach der RTFOT-Vorbehandlung	13
9 Berechnung	13
10 Darstellung der Ergebnisse	14
11 Präzision	15
11.1 Wiederholpräzision, r	15
11.2 Vergleichpräzision, R	15
12 Prüfbericht	16
Anhang A (informativ) Merkmale des früher verwendeten Referenzthermometers	17
Anhang B (informativ) Prüfung der Temperaturhomogenität in der RTFOT-Wärmekammer	18
B.1 Allgemeines	18
B.2 Metrologische Grundsätze	18
B.3 Erfahrungsbasierte Verfahren für die Temperaturkartierung	18
Literaturhinweise	21

Bilder

Bild 1 — RTFOT-Wärmekammer mit Temperaturmessgerät und Käfigläufer-Lüfter	8
Bild 2 — Drehgestell aus Metall	9
Bild 3 — Glasbehälter	10
Bild B.1 — Temperaturkartierung an einer RTFOT-Wärmekammer im Drehgestell	19

Tabellen

Tabelle 1 — Präzision	15
Tabelle A.1 — Merkmale des früher verwendeten Referenzthermometers	17
Tabelle B.1 — Metrologische Grundsätze	18

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 12607-1:2024) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 336 „Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur formellen Abstimmung vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12607-1:2014 ersetzen.

FprEN 12607-1:2024 beinhaltet die folgenden wesentlichen Änderungen im Vergleich zu EN 12607-1:2014:

- a) Abschnitt 1, Anwendungsbereich, wurde überarbeitet und erweitert;
- b) Abschnitt 2, Normative Verweisungen, wurde aktualisiert;
- c) Abschnitt 3, Begriffe, wurde hinzugefügt;
- d) Abschnitt 4, Kurzbeschreibung, wurde zur Verdeutlichung überarbeitet, und die Referenzdauer des RTFOT-Verfahrens wurde hinzugefügt;
- e) Abschnitt 5, Prüfeinrichtung, wurde zusammen mit Bild 1 bis Bild 3 überarbeitet und vervollständigt;
- f) Abschnitt 6, Kalibrierung und Prüfung, wurde hinzugefügt, einschließlich der früheren Anforderungen an die RTFOT-Wärmekammer und das Temperaturmessgerät;
- g) die frühere Unterabschnittgliederung von Abschnitt 7, Probenahme, wurde entfernt, und der frühere Unterabschnitt 5.3, Ausgangseigenschaften, wurde entfernt;
- h) die Titel der Unterabschnitte von Abschnitt 8, Durchführung, wurden zur Verdeutlichung geändert;
- i) Abschnitt 12, Prüfbericht, wurde überarbeitet;
- j) Anhang B wurde hinzugefügt;
- k) die Literaturhinweise wurden aktualisiert;
- l) das Dokument wurde redaktionell aktualisiert.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe EN 12607, veröffentlicht unter dem allgemeinen Titel *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel — Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft*, ist auf der CEN-Internetseite abrufbar.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren für die Vorbehandlung von Bitumen oder bitumenhaltigen Bindemitteln zur Bestimmung der kombinierten Wirkungen von Wärme und Luft auf einen rollierenden dünnen Film aus Bitumen oder bitumenhaltigem Bindemittel fest, mit dem die Verhärtung der meisten bitumenhaltigen Bindemittel während des Mischvorgangs in einer Asphaltmischanlage simuliert wird. Die Prüfung wird als RTFOT-Verfahren („Rolling Thin Film Oven Test“) bezeichnet – Prüfung mit rollierendem dünnen Film.

Das beschriebene Verfahren ist bei Straßenbaubitumen anwendbar. Angesichts der Tatsache, dass die Referenztemperatur zu übermäßiger Verhärtung führen kann, die keine Ähnlichkeit mit den während des Mischvorgangs in einer Asphaltmischanlage tatsächlich auftretenden Bedingungen hat, ist das beschriebene Verfahren auch bei anderen bitumenhaltigen Bindemitteln anwendbar. Das Verfahren gibt die Verhärtung, wie sie während des Mischens von Bitumen für Warmasphalte auftritt, möglicherweise nicht wieder.

Das beschriebene Verfahren ist bei Bindemitteln, deren Viskosität bei der Prüftemperatur das Erzeugen eines rollierenden Films nicht zulässt, nicht anwendbar. In einigen Fällen kann die Untersuchungsprobe über das Glasgefäß hinauskriechen und während der Prüfung auf die Heizelemente der Wärmekammer fließen.

Das Verfahren ist bei Bindemitteln mit flüchtigen Bestandteilen nicht anwendbar. Bei verschnittenem Bitumen oder Bitumenemulsionen ist das beschriebene Verfahren nur nach einer Stabilisierung, z. B. nach EN 13074-2 [[9]], anwendbar.

WARNUNG Die Anwendung dieses Dokuments kann den Einsatz gefährlicher Stoffe, Arbeitsgänge und Geräte bedingen. Dieses Dokument erhebt nicht den Anspruch, alle mit seiner Anwendung verbundenen Sicherheitsprobleme anzusprechen. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieses Dokuments, die Gefahren zu identifizieren und die mit der Durchführung der Prüfung verbundenen Risiken zu beurteilen sowie geeignete Kontrollmaßnahmen zu implementieren, um den Ausführenden (und die Umwelt) zu schützen. Dies beinhaltet einen angemessenen Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie die Klärung vor der Anwendung, ob einschränkende Vorschriften zu berücksichtigen sind.

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).

EN 58, *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel — Probenahme bitumenhaltiger Bindemittel*

EN 1425, *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel — Feststellung der äußeren Beschaffenheit*

EN 12594, *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel — Vorbereitung von Untersuchungsproben*

EN 12597, *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel — Terminologie*

EN 12735-1, *Kupfer und Kupferlegierungen — Nahtlose Rundrohre für die Kälte- und Klimatechnik — Teil 1: Rohre für Leitungssysteme*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12597 und die folgenden Begriffe.

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

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

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

4 Kurzbeschreibung

Ein rollierender Film eines bitumenhaltigen Bindemittels wird in einer RTFOT-Wärmekammer für eine bestimmte Zeit unter konstanter Luftzufuhr auf eine festgelegte Temperatur erwärmt. Die Referenztemperatur beträgt 163 °C, und die Referenzdauer beträgt 75 min.

Die Wirkungen von Wärme und Luft werden anhand der Masseänderung oder der Änderungen der Eigenschaften des bitumenhaltigen Bindemittels, wie z. B. der Penetration nach EN 1426 [[5]], des Erweichungspunktes nach EN 1427 oder der dynamischen Viskosität nach EN 12596 [[8]] oder EN 13302 [[10]], und anderer Prüfungen vor und nach der Verweilzeit in der RTFOT-Wärmekammer bestimmt.

5 Prüfeinrichtung

Die übliche Laboreinrichtung und üblichen Glasgeräte sowie Folgendes müssen verwendet werden:

5.1 RTFOT-Wärmekammer, rechteckig, doppelwandig und elektrisch beheizt. Die RTFOT-Wärmekammer muss die gewählte Prüftemperatur ermöglichen und der gewählten Prüftemperatur über die gesamte Prüf-dauer standhalten können.

Die Innenmaße der RTFOT-Wärmekammer ohne die Luftschicht müssen betragen:

- Höhe von (340 ± 15) mm;
- Breite von (405 ± 15) mm;
- Tiefe von (445 ± 15) mm.

Die vordere Tür muss ein Fenster mit folgenden Maßen besitzen:

- Breite von (320 ± 15) mm;
- Höhe von (215 ± 15) mm.

Das Fenster muss aus zwei parallelen Schichten aus hitzebeständigem Glas bestehen, die durch einen Luftraum getrennt sind. Beide Schichten müssen so angeordnet sein, dass durch das gesamte Fenster ein ungehinderter Einblick in das Innere der RTFOT-Wärmekammer sichergestellt ist.

Die Oberkante des oberen Heizelements muss (25 ± 9) mm unter dem Boden der RTFOT-Wärmekammer liegen.

Die RTFOT-Wärmekammer muss durch Konvektionsströmung der Luft belüftet werden. Die RTFOT-Wärmekammer muss Lufteinlässe und -auslässe für die Abführung der heißen Gase haben. Die Einlassöffnungen zum Boden der RTFOT-Wärmekammer müssen so angeordnet sein, dass die Luft die Heizelemente umspülen kann, und eine Öffnungsfläche von $(1\,500 \pm 100)$ mm² aufweisen. Die Auslassöffnungen für die heißen Gase sind im oberen Teil der RTFOT-Wärmekammer anzuordnen, und ihre Öffnungsfläche muss $(1\,000 \pm 100)$ mm² betragen.

Die RTFOT-Wärmekammer muss einen Luftstrom entlang der Seitenwände und der Decke ermöglichen. Diese Luftschicht zwischen Wand und Mantel muss einheitlich (38 ± 3) mm dick sein, siehe Bild 1 a).

Der Innenraum der RTFOT-Wärmekammer muss mit einem senkrecht drehenden Drehgestell aus Aluminium mit einem Durchmesser von (300 ± 10) mm ausgerüstet sein, siehe Bild 2 a). Die waagerechte Achse des Drehgestells muss in einem Abstand von (160 ± 10) mm zur Innenoberkante der RTFOT-Wärmekammer, ohne Berücksichtigung der Luftschichtdicke, angeordnet werden. Das Drehgestell muss mit geeigneten Öffnungen und Federklammern versehen sein, die einen festen Sitz von acht Glasgefäßen (5.4) in horizontaler Lage sicherstellen, siehe Bild 2 b). Das Drehgestell muss über eine Welle von 20 mm Durchmesser mechanisch

angetrieben werden und mit einer Drehzahl von $(15,00 \pm 0,25)$ U/min rotieren können. Die Vorderseite des Drehgestells muss (110 ± 5) mm von der hinteren Innenkante der RTFOT-Wärmekammer entfernt sein.

An der Deckenfläche der RTFOT-Wärmekammer ist in der Mitte der Ofenbreite und (150 ± 5) mm von der Vorderseite des Drehgestells entfernt ein Käfigläufer-Lüfter mit einem Außendurchmesser von (135 ± 5) mm und einer Dicke von (75 ± 5) mm anzuordnen, der von einem außen befestigten Motor mit einer Drehzahl von $(1\ 725 \pm 100)$ U/min angetrieben wird.

Der Lüfter muss sich in Gegenrichtung zur Anordnung seiner Lamellen drehen. Der Luftstrom muss vom Boden der RTFOT-Wärmekammer angesaugt werden, durch seitliche Mantelbleche strömen und oben durch den Lüfter herausgedrückt werden, (siehe Bild 1 a) und b).

Die RTFOT-Wärmekammer muss mit einem Thermostat ausgerüstet sein, mit dem über den gesamten Umfang des senkrecht drehenden Drehgestells eine vorgegebene Temperatur mit einer Toleranz von $\pm 0,5$ °C konstant gehalten werden kann. Der dafür benötigte Sensor muss an der rechten Seite der RTFOT-Wärmekammer angeordnet werden, wie in Bild 1 gezeigt, oder symmetrisch dazu an der linken Seite.

Das Temperaturmessgerät (5.3) muss so in der Wärmekammer angeordnet werden, dass der Ablesepunkt (25 ± 5) mm unterhalb der Achslinie des Drehgestells, (50 ± 5) mm von der Innenseite der Wärmekammer und (115 ± 5) mm von der Vorderseite des Drehgestells entfernt liegt.

Die Heizleistung der RTFOT-Wärmekammer muss ausreichend sein, um die RTFOT-Wärmekammer innerhalb von 10 min nach Einführen der Behälter wieder auf Prüftemperatur zu bringen.

Die RTFOT-Wärmekammer muss mit einer Luftdüse ausgerüstet sein, mit der heiße Luft in jeden Glasbehälter am tiefsten Punkt seines Umlaufs geblasen werden kann. Die Luftdüse muss eine Auslassöffnung mit einem Durchmesser von $(1,0 \pm 0,1)$ mm besitzen und mit einem Kupferschlauch nach EN 12735-1 mit einem Außendurchmesser von $(8,0 \pm 0,1)$ mm und einer Länge von etwa 7,6 m verbunden sein. Der Schlauch muss flach aufgerollt auf dem Boden der RTFOT-Wärmekammer liegen und zu einem Anschluss mit ölfreier, getrockneter und staubfreier Luft führen. Die Öffnung des Schlauches muss zwischen 5 mm und 10 mm vor der Öffnung des Glasbehälters liegen. Die Luftdüse muss entlang der Hauptachse des Glasbehälters blasen.

ANMERKUNG Ein geeignetes Lufttrocknungsmittel ist mit einem Indikator behandeltes Silicagel.

5.2 Durchflussmessgerät, das die Messung eines Luftstromes von $(4,0 \pm 0,2)$ l/min bei Umgebungstemperatur und -druck ermöglicht.

5.3 Temperaturmessgerät. Das Temperaturmessgerät, das einen Messfühler und eine Ableseeinheit umfasst, muss:

- einen Messbereich von mindestens 150 °C bis 200 °C haben;
- auf 0,1 °C oder weniger ablesbar sein; und
- eine Fehlergrenze von höchstens $\pm 0,5$ °C haben.

Messfühler, die auf Platin-Widerstandsthermometern basieren, haben sich als geeignet erwiesen, es sind aber auch nach anderen Messprinzipien arbeitende Messfühler zulässig.

Beim Messen und Regeln von konstant zu haltenden Temperaturen wie in diesem Verfahren kann die Temperaturansprechzeit recht lang sein, z. B. kann es lange dauern, bis sich eine Änderung der Temperatur ablesen lässt. Dieser Aspekt ist zu beachten, weil längere Temperaturansprechzeiten des Messfühlers größere zyklische Variationen anzeigen können als die, denen das bitumenhaltige Material in Wirklichkeit ausgesetzt ist.