

DIN EN 14771



ICS 75.140; 91.100.50

Entwurf

Einsprüche bis 2022-04-18
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14771:2012-08

**Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel –
Bestimmung der Biegekriechsteifigkeit –
Biegebalkenrheometer (BBR);
Deutsche und Englische Fassung prEN 14771:2022**

Bitumen and bituminous binders –
Determination of the flexural creep stiffness –
Bending Beam Rheometer (BBR);
German and English version prEN 14771:2022

Bitumes et liants bitumineux –
Détermination du module de rigidité en flexion –
Rhéomètre à flexion de barreau (BBR);
Version allemande et anglaise prEN 14771:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-02-18 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

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

Gesamtumfang 40 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14771:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 336 „*Bitumenhaltige Bindemittel*“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 062-03-32 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NMP/NABau/FGSV 7.2.0.1: Bitumen; Prüfverfahren und Anforderungen für die Bindemittel“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

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

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 14771:2012-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) 5.1.1.1 wurde umformuliert, um mehr Klarheit zu schaffen;
- b) 5.2.1 wurde umformuliert, um mehr Klarheit zu schaffen;
- c) 6.1 Verweisung auf den Anwendungsbereich wurde in der Anmerkung hinzugefügt;
- d) Beschreibung wurde umformuliert, um mehr Klarheit zu schaffen; Zeitpunkt des Beschneidens wurde angepasst;
- e) 7.1 Hinweis, beschädigte oder verformte Probekörper zu verwerfen, wurde hinzugefügt, und in c) wurde der Wortlaut an 5.1.1.1 angepasst;
- f) Anhang A hinzugefügt;
- g) Anhang B hinzugefügt;
- h) Literaturhinweise wurden mit EN 1427 aktualisiert.

**Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Biegekriechsteifigkeit –
Biegebalkenrheometer (BBR)**

Bitumen and bituminous binders – Determination of the flexural creep stiffness – Bending Beam Rheometer (BBR)

Bitumes et liants bitumineux – Détermination du module de rigidité en flexion – Rhéomètre à flexion de barre (BBR)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Kurzbeschreibung	5
5 Gerät	5
6 Vorbereitung der Untersuchungsproben	6
6.1 Allgemeines	6
6.2 Vorbereitung der Gussformen	6
6.3 Vorbereitung der Probekörper	7
7 Durchführung	7
7.1 Messung	7
7.2 Durchbiegung bei gültiger Bestimmung	8
8 Berechnung	9
8.1 Allgemeines	9
8.2 Gemessene Steifigkeit	9
8.3 Berechnete Steifigkeit	9
8.4 m -Wert	10
8.5 Gültigkeit der Ergebnisse	10
9 Angabe der Ergebnisse	10
10 Präzision	10
10.1 Wiederholpräzision, r	10
10.2 Vergleichpräzision, R	10
11 Prüfbericht	11
Anhang A (informativ) Berechnung von T ($S = 300$ MPa) und des entsprechenden m -Wertes . . .	16
Anhang B (informativ) Berechnung von ΔT_c	19
Literaturhinweise	20

Bilder

Bild 1 — Schematische Darstellung eines Belastungsrahmens für Biegebalkenrheometer	12
Bild 2 — Belastungsschema	13
Bild 3 — Probenaufleger	14
Bild 4 — Metallgussform	14
Bild 5 — Position des Probekörpers in einer Form und unter Belastung	15
Bild A.1 — Beispiel für das Prinzip der Bestimmung von T ($S=300$ MPa) aus Prüfdaten	16
Bild A.2 — Beispiel für das Prinzip der Bestimmung des m -Wertes bei T ($S=300$ MPa) aus Prüfdaten	17

Tabellen

Tabelle 1 — Geschätzte Wiederhol- und Vergleichpräzision	10
--	----

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14771:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 336 „Bitumenhaltige Bindemittel“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14771:2012 ersetzen.

Gegenüber EN 14771:2012 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- i) 5.1.1.1 wurde umformuliert, um mehr Klarheit zu schaffen;
- j) 5.2.1 wurde umformuliert, um mehr Klarheit zu schaffen;
- k) 6.1 Verweisung auf den Anwendungsbereich wurde in der Anmerkung hinzugefügt;
- l) Beschreibung wurde umformuliert, um mehr Klarheit zu schaffen; Zeitpunkt des Beschneidens wurde angepasst;
- m) 7.1 Hinweis, beschädigte oder verformte Probekörper zu verwerfen, wurde hinzugefügt, und in c) wurde der Wortlaut an 5.1.1.1 angepasst;
- n) Anhang A hinzugefügt;
- o) Anhang B hinzugefügt;
- p) Literaturhinweise wurden mit EN 1427 aktualisiert.

Dieses Dokument basiert auf ASTM D 6648-01 [1].

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung der Biegekriechsteifigkeit von bitumenhaltigen Bindemitteln im Bereich von 30 MPa bis 1 GPa mit einem Biegebalkenrheometer fest.

WARNUNG — Die Anwendung dieses Dokuments kann den Umgang mit gefährlichen Substanzen und Ausrüstungsteilen und die Ausführung gefährlicher Arbeitsgänge einschließen. Diese Europäische Norm erhebt nicht den Anspruch, alle mit ihrer Anwendung verbundenen Sicherheitsprobleme anzusprechen. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieses Dokuments, geeignete Verhaltensregeln für den Arbeits- und Gesundheitsschutz festzulegen und vor der Anwendung zu klären, 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 12594, *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel — Vorbereitung von Untersuchungsproben*

EN 14023, *Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel — Rahmenwerk für die Spezifikation von polymermodifizierten Bitumen*

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:

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

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

3.1

Biegekriechsteifigkeit

$S(t)$

durch das Dividieren der Biegespannung durch die Biegeverformung erhaltener Quotient

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verformung nimmt mit der Belastungsdauer zu, weswegen die Biegekriechsteifigkeit auch eine Funktion der Zeit ist.

3.2

m-Wert

Absolutwert der Steigung der Kurve des Logarithmus der Steifigkeit gegen den Logarithmus der Zeit

3.3

Kontaktlast

P_c

Last, die erforderlich ist, um den Kontakt zwischen dem Probekörper, den Auflagen und dem Lastübertragungs-schaft aufrechtzuerhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei diesem Verfahren wird eine Kontaktlast von 25 mN bis 45 mN angewendet.

3.4

Prüflast

P_t

Last, die zur Bestimmung der Steifigkeit des untersuchten bitumenhaltigen Bindemittels angewendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei diesem Verfahren wird eine Prüflast von 930 mN bis 1 030 mN angewendet.

4 Kurzbeschreibung

Das Biegebalkenrheometer wird in einem Drei-Punkt-Biegeversuch zum Messen der Durchbiegung am Mittelpunkt eines Balkens aus bitumenhaltigem Bindemittel verwendet. An den Mittelpunkt des Probekörpers wird für eine festgelegte Belastungsdauer eine konstante Last angelegt und die Durchbiegung als Funktion der Zeit gemessen. Ein Flüssigkeitsbad mit niedriger Temperatur wird zum Regeln der Temperatur verwendet. Die Steifigkeit des Probekörpers für die festgelegten Belastungszeiten wird aus der Biegespannung und -verformung berechnet.

5 Gerät

5.1 Biegebalkenrheometer (BBR), das aus einem Belastungsrahmen mit Probekörperauflagen, einem temperaturgeregelten Flüssigkeitsbad und einem Datenerfassungssystem besteht.

5.1.1 Belastungsrahmen, der aus einem Satz Probenaufleger, einem Schaft mit abgestumpften Ende zum Anlegen der Last am Mittelpunkt des Probekörpers, einer in der Schaftachse montierten Kraftmesszelle, einer Vorrichtung zum Nullabgleich der am Probekörper angelegten Last, einer Vorrichtung zum Anlegen einer konstanten Last an den Probekörper und einem am Belastungsschaft befestigten Messwandler für die Messung der Durchbiegung besteht. Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung der Einrichtung.

5.1.1.1 Belastungssystem, mit dem eine Kontaktlast von 25 mN bis 45 mN an den Probekörper angelegt und eine konstante Prüflast im Bereich 930 mN bis 1 030 mN mit einer Fehlergrenze von ± 10 mN aufrechterhalten werden kann. Die Anstiegsdauer von der Kontaktlast zur Prüflast muss kürzer als 0,5 s sein. Einzelheiten zum Belastungsschema sind in Bild 2 gezeigt.

5.1.1.2 Belastungsschaft, der durchgehend und an der Achse der Kraftmesszelle und des Durchbiegungsmesswandlers ausgerichtet sein muss und dessen Ende mit einem Radius von $(6,3 \pm 0,3)$ mm kugelförmig ist.

5.1.1.3 Kraftmesszelle, deren Mindestkapazität nicht geringer als 2,0 N sein darf und die eine Auflösung von mindestens 2,5 mN hat.

5.1.1.4 LVD-Messwandler, oder eine andere geeignete Einrichtung zur Messung der Durchbiegung des Probekörpers, der bzw. die einen linearen Bereich von mindestens 6 mm haben muss und die lineare Bewegung auf 2,5 μ m auflösen kann.

5.1.1.5 Probenaufleger, die aus zwei nicht korrodierenden Metallauflagern mit einem Kontaktradius von $(3,0 \pm 0,3)$ mm bestehen, deren Abstand zwischen 101 mm und 103 mm beträgt. Der Abstand der Auflager muss auf 0,3 mm gemessen werden (siehe Bild 3).

5.1.2 Temperaturmessgerät, wie ein kalibrierter Temperaturmesswandler, das bzw. der die Temperatur im Bereich von -36 °C bis 0 °C mit einer Grenzabweichung von $\pm 0,1$ °C messen kann. Der Messkopf muss in einem Abstand von höchstens 50 mm zum Mittelpunkt des Probekörpers angebracht sein.

5.1.3 Flüssigkeitsbad, mit dem die gewünschte Prüftemperatur während des isothermen Konditionierens und während des Prüfvorgangs in der Nähe des Probekörpers im Bereich von -36 °C bis 0 °C auf $\pm 0,2$ °C aufrechterhalten werden kann. Die Badflüssigkeit darf die Eigenschaften des untersuchten bitumenhaltigen Bindemittels nicht beeinflussen. Die Dichte der Flüssigkeit bei der Prüftemperatur darf 1 050 kg/m³ nicht überschreiten.

ANMERKUNG 95 %iges Ethanol (Volumenanteil) oder Methanol haben sich als geeignete Badflüssigkeit erwiesen.

5.1.3.1 Badrührwerk, das zum Aufrechterhalten der erforderlichen gleichmäßigen Temperaturverteilung zu verwenden ist, wobei die Rührintensität nicht so stark sein darf, dass die Flüssigkeitsströmungen den Prüfungsvorgang stören.

5.1.3.2 Kreislaufbad, dessen Verwendung freigestellt ist und das als getrennte Badeinheit die Flüssigkeit des Prüfbads kühlt.

5.1.4 Datenerfassungs- und Regelsystem, das die Lasten auf mindestens 2,5 mN, die Biegung des Probekörpers auf mindestens 2,5 µm und die Temperatur der Badflüssigkeit auf 0,1 °C gerundet auflöst. Die Software muss das Messsystem regeln und während der Prüfung die Zeit, die Durchbiegung unter Last und die Temperatur während der Prüfung aufzeichnen. Alle angezeigten Last- und Durchbiegungswerte müssen Mittelwerte von mindestens fünf Werten innerhalb von $\pm 0,2$ s der angegebenen Messzeit sein.

5.2 Probekörper-Gussformen, wie im Bild 4 dargestellt, deren Innenmaße $(6,4 \pm 0,1)$ mm in der Breite, $(12,7 \pm 0,1)$ mm in der Tiefe und (127 ± 5) mm in der Länge betragen und die aus einem geeigneten Metall hergestellt sind. Die Dickenwerte der für jede Gussform verwendeten beiden Endstücke dürfen sich um nicht mehr als 0,1 mm unterscheiden.

ANMERKUNG Kleine Fehler in der Dicke des Probekörpers können einen starken Einfluss auf den berechneten Modul haben, da der berechnete Modul eine Funktion der dritten Potenz der Dicke darstellt.

5.2.1 Kunststoffstreifen oder Streifen aus Silikonpapier oder ähnlichem Material, das nicht am Probekörper haftet und keine Wechselwirkung mit dem bitumenhaltigen Bindemittel eingeht, zum Abdecken derjenigen Teile der Probekörperformen, die während der Herstellung mit dem Probekörper in Berührung kommen, mit Ausnahme der Endstücke.

6 Vorbereitung der Untersuchungsproben

6.1 Allgemeines

ANMERKUNG Die BBR-Prüfung kann für alle Arten von Bindemitteln und Trennstufen durchgeführt werden (siehe Anwendungsbereich); in der Regel wird die BBR-Prüfung an langzeitgealterten Bindemitteln durchgeführt.

Die Laboratoriumsprobe wird nach EN 58 entnommen, wobei alle erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden und sichergestellt wird, dass die Untersuchungsprobe für die Laboratoriumsprobe, aus der sie entnommen wird, repräsentativ ist. Es wird sichergestellt, dass die Laboratoriumsprobe homogen und nicht kontaminiert ist (siehe EN 1425).

Es wird eine ausreichende Menge der Laboratoriumsprobe entnommen, gegebenenfalls mit einem erwärmten Messer, und in einen geeigneten Behälter überführt. Die Probe wird nach EN 12594 geschmolzen.

Das Material wird auf die erforderliche Temperatur gebracht, die nicht mehr als 100 °C über dem erwarteten Erweichungspunkt liegt (siehe EN 1427). Bei polymermodifiziertem Bitumen wird das vom Lieferanten angegebene Verfahren angewendet. Wenn der Lieferant für polymermodifiziertes Bitumen nach EN 14023 keine anderen Angaben macht, muss die Temperatur zwischen 180 °C und 200 °C liegen. Unabhängig vom Erweichungspunkt darf die Temperatur 200 °C nicht überschreiten. Die Laboratoriumsprobe muss nach EN 58 entnommen und nach EN 12594 vorbereitet werden.

6.2 Vorbereitung der Gussformen

Auf den Innenflächen der trockenen und sauberen Metallgussformteile wird eine sehr dünne Schicht eines Fettes auf Erdölbasis verteilt. Die Kunststoffstreifen werden auf die Metallflächen gepresst, um jegliche Luftblasen zu entfernen. Die Innenflächen der beiden Endstücke werden mit einem dünnen Film Formtrennmittel bedeckt, um das Festkleben des bitumenhaltigen Bindemittels an den Metall-Endstücken zu verhindern. Die Gussform werden entsprechend der Darstellung in Bild 4 zusammengebaut, wobei O-Ringe verwendet werden, um die Gussformteile zusammenzuhalten. Das Passen der Kunststoffauskleidung wird sichergestellt, damit keine erhöhten Kanten auf dem gegossenen Balken auftreten.

ANMERKUNG 1 Es hat sich gezeigt, dass 0,08 mm bis 0,15 mm dicke Kunststoffschaumkleidungen geeignet sind. Handelsübliche Druckerfolie für Laserdrucker hat sich als für diesen Zweck geeignet erwiesen.

ANMERKUNG 2 Polyvinylalkohol und Glycerol haben sich als geeignete Formtrennmittel erwiesen, Formtrennmittel auf Silikonbasis können jedoch die Steifigkeit des Bindemittels beeinträchtigen.

ANMERKUNG 3 Ein vorsichtiges Vorheizen der Formen auf bis zu 80 °C vor dem Einfüllen der Probe ist zulässig.

6.3 Vorbereitung der Probekörper

Das heiße Bindemittel (siehe 6.1) wird in die bei Raumtemperatur befindliche Metallform gegossen. Die Gussform wird geringfügig überfüllt. Das Bindemittel wird in einem Schritt gleichmäßig in Richtung des anderen Endes gegossen.

Vor dem Prüfen werden alle Probekörper in ihren Gussformen bei Raumtemperatur 45 min bis 60 min, höchstens jedoch 3 Tage, aufzubewahrt. Erst vor der Prüfung wird die freiliegende Fläche des abgekühlten Probekörpers durch Beschneiden mit einem heißen Messer oder einem erwärmten Spatel auf die Höhe der Gussform angeglichen.

ANMERKUNG 1 Wird die Prüfung bei mehreren Temperaturen durchgeführt, so kann eine längere Zeitspanne zwischen Gießen und Prüfen zweckmäßig sein, dies kann möglicherweise einen Einfluss auf die Präzision der Prüfung haben.

Unmittelbar vor dem Entschalen wird die Gussform mit dem Probekörper in einer Kühlkammer oder einem Flüssigkeitsbad für höchstens 5 min abgekühlt, um den Probekörper zu versteifen, damit er ohne Verwindung aus der Form genommen werden kann. Die Probe darf in keinem Fall einer Entschalungstemperatur ausgesetzt werden, die niedriger als die Prüftemperatur ist.

Je Prüftemperatur müssen mindestens zwei Probekörper geprüft werden.

ANMERKUNG 2 Übermäßiges Kühlen kann ein ungewolltes Verhärten des Bindemittels verursachen und damit das Prüfergebnis beeinträchtigen.

Während des Entschalens sollte der Probekörper zur Verhinderung von Verwindungen vorsichtig gehandhabt werden. Ein verdrehter Probekörper könnte die Messwerte beeinträchtigen.

ANMERKUNG 3 Hochviskose Bindemittel können in leicht vorgewärmte Formen gegossen werden, um zu vermeiden, dass das Bindemittel zu schnell abkühlt, und um einen gleichförmigeren Probekörper zu erhalten.

Die Formen sollten auf keinen Fall auf eine höhere Temperatur als die des zu gießenden Bindemittels erhitzt werden.

7 Durchführung

7.1 Messung

Falls notwendig werden die Auflager, der Lastübertragungskopf und die Badflüssigkeit von jeglichem Staub und Schmutzfilmen gesäubert.

Vor dem Prüfen jeder Probekörpergruppe wird die Einstellung der Kontaklast und der Prüflast überprüft. Für die Überprüfung und Kalibrierung wird auf die für das Gerät geltenden Betriebsanweisungen Bezug genommen.

Die Auswahl der ersten Prüftemperatur erfolgt entsprechend dem zu erwartenden Steifigkeitsniveau. Die Temperaturregeleinrichtung wird auf die gewünschte Prüftemperatur eingestellt, und das Einstellen des Gleichgewichts des Geräts wird abgewartet. Die Temperatur der Badflüssigkeit darf um höchstens $\pm 0,2$ °C von der Prüftemperatur abweichen. Es wird überprüft, ob die Temperatur des Bades über eine Dauer von mindestens 20 min gleich bleibt.

ANMERKUNG 1 Übliche Anfangstemperaturen sind -10 °C , -12 °C , -16 °C oder -18 °C und die üblicherweise angewandten Unterschiede zwischen den Prüftemperaturen betragen 6 °C .

Vor Beginn der Prüfung wird der Probekörper unmittelbar nach dem Entschalen für (60 ± 2) min im Prüfbad auf die Prüftemperatur konditioniert. Beschädigte oder verformte Probekörper sollten verworfen werden.

ANMERKUNG 2 Die Gussform-Basisstäbe sind gute Auflager für den Probekörper.

Der Probekörper wird so auf die Auflager gesetzt, dass die Breite des Probekörpers in der Prüfanordnung seiner Dicke in der Gussform entspricht (siehe Bild 5).

Die Dicke des Probekörpers wird unmittelbar vor dem Prüfen festgestellt, indem der Probekörper auf die Auflager gesetzt wird. An den Probekörper wird eine Kontaktlast von 25 mN bis 45 mN angelegt, und der Messwert des Verschiebungsmesswandlers wird aufgezeichnet. Der Probekörper wird gewendet, und es wird ein zweiter Messwert genommen. Wenn die beiden Messwerte innerhalb von 1,0 mm übereinstimmen, ist der Mittelwert zu berechnen. Weichen die beiden Messwerte um mehr als 1,0 mm voneinander ab, so ist die Ebenheit des Probekörpers zweifelhaft, und der Probekörper sollte verworfen werden.

Die Dicke und die Breite der Probe können direkt gemessen werden, es dürfen aber auch die Maße der Form verwendet werden. Die letztere Verfahrensweise ist nicht so genau wie die direkte Messung. Als Dicke des Probekörpers darf die gemessene Dicke der für den Probekörper verwendeten Metalleinsätze genommen werden, und als Breite darf die Höhe des Seitenstabs, der zum Gießen des Probekörpers verwendet wird, genommen werden.

Nach der Dickenmessung wird die Lage des Probekörpers auf den Prüfauflagern überprüft und die Rückseite des Probekörpers vorsichtig gegen die Ausrichtungsstifte gesetzt. An den Probekörper wird manuell eine Kontaktlast von 25 mN bis 45 mN angelegt, um den Kontakt zwischen Probekörper und Lastübertragungskopf sicherzustellen. Die Dauer zum Anlegen und Einstellen der Last darf nicht länger als 10 s sein.

Liegt die Kontaktlast am Probekörper an, ist das auf folgenden Ablauf programmierte automatische Prüfsystem zu aktivieren.

- a) Es wird eine Auflagelast von (980 ± 50) mN für $(1,0 \pm 0,1)$ s angelegt.
- b) Die Last wird auf 25 mN bis 45 mN vermindert, und dem Probekörper wird eine Erholungsphase von $(20,0 \pm 0,1)$ s eingeräumt. Der Prüfer muss nachweisen, dass die Last auf den Probekörper wieder 25 mN bis 45 mN annimmt. Ist dies nicht der Fall, so muss die Prüfung für ungültig erklärt werden.

ANMERKUNG 3 Falls die Ausrüstung dies zulässt, kann dieser Nachweis durch Überwachen des Computerbildschirms erzielt werden.

- c) Eine Prüfkraft im Bereich von 930 mN bis 1 030 mN wird auf den Probekörper aufgebracht. Zwischen den Zeiten von 0,5 s bis 5,0 s muss die Prüflast innerhalb von ± 50 mN der Prüflast und für die verbleibende Zeit innerhalb von ± 10 mN der Prüflast liegen. Während der Prüfdauer von 240 s werden die Prüflast und die Durchbiegung aufgezeichnet.
- d) Die Prüflast wird entfernt und wird auf die Kontaktlast von 25 mN bis 45 mN verringert.
- e) Der Probekörper wird von den Auflagern entfernt und es wird zur nächsten Prüfung übergegangen.

7.2 Durchbiegung bei gültiger Bestimmung

Messungen, bei denen die Mittelpunktdurchbiegung des Probekörpers mehr als 4,0 mm beträgt, sind zweifelhaft. Stärkere Verformungen als dieser Wert können das lineare Ansprechvermögen des Bindemittels überschreiten.

Messungen, bei denen die Mittelpunktdurchbiegung des Probekörpers weniger als 0,08 mm beträgt, sind zweifelhaft. Wenn die Mittelpunktdurchbiegung zu gering ist, könnte die Auflösung des Prüfsystems unzureichend sein, um zuverlässige Ergebnisse zu liefern.

8 Berechnung

8.1 Allgemeines

Es wird eine Kurve der gemessenen Belastung und der gemessenen Durchbiegung des Probekörpers gegen die Belastungsdauer in Intervallen von höchstens 0,5 s erstellt, wobei mit dem Zeitpunkt des Anlegens der Auflast begonnen wird. Folgende Werte müssen berechnet werden.

8.2 Gemessene Steifigkeit

Die gemessene Steifigkeit des Probekörpers ist aus den Probekörpermaßen, der gemessenen Prüflast und der gemessenen Probekörper-Durchbiegung für die Belastungszeiten von 8,0 s; 15,0 s; 30,0 s; 60,0 s; 120,0 s und 240,0 s mit Gleichung (1) zu berechnen:

$$S_m(t) = \frac{PL^3}{4bh^3\delta(t)} \quad (1)$$

Dabei ist:

$S_m(t)$ die Biegekriechsteifigkeit zur Zeit t , in MPa;

P die gemessene Prüflast, in N;

L der Abstand zwischen den Auflagern, in mm;

b die Breite des Probekörpers, in mm;

h die Dicke des Probekörpers, in mm;

$\delta(t)$ die Durchbiegung des Probekörpers zur Zeit t , in mm.

Die vor Ablauf der Belastungsdauer von 8 s erhaltenen Last- und Durchbiegungswerte sollten nicht zur Berechnung der Steifigkeit verwendet werden, da dynamische Belastungsauswirkungen irreführende Ergebnisse hervorrufen könnten.

8.3 Berechnete Steifigkeit

An die Funktion des Logarithmus der gemessenen Steifigkeitswerte gegen den Logarithmus der Belastungszeiten ist eine quadratische Polynomfunktion in Form von Gleichung (2) anzupassen:

$$\log S_c(t) = A + B * \log(t) + C * [\log(t)]^2 \quad (2)$$

Dabei ist/sind:

$S_c(t)$ die Biegekriechsteifigkeit zur Zeit t , in MPa;

A , B , und C Regressionskoeffizienten;

t die Belastungsdauer, in s.

Die Steifigkeitswerte sind mit der oben berechneten Gleichung für die Belastungszeiten von 8,0 s; 15,0 s; 30,0 s; 60,0 s; 120,0 s und 240,0 s zu berechnen.

8.4 *m*-Wert

Der *m*-Wert ist für die gleichen Belastungszeiten mit Gleichung (3) zu berechnen:

$$m(t) = |d \log [S(t)] / d \log (t)| = |B + 2 \cdot C \cdot \log (t)| \quad (3)$$

Dabei sind/ist:

B und *C* die oben bestimmten Regressionskoeffizienten;

t die Belastungsdauer.

8.5 Gültigkeit der Ergebnisse

Um die Gültigkeit der angepassten Kurve abzuschätzen, sollten die berechneten Steifigkeitswerte von den gemessenen Werten um nicht mehr als $\pm 2 \%$ abweichen; andernfalls sind die Prüfergebnisse fraglich.

Die beiden berechneten Werte für die Steifigkeit und den *m*-Wert bei Belastungsdauern von 60 s sollten nicht mehr voneinander abweichen als die Wiederholpräzisionswerte erlauben. Trifft dies nicht zu, so wird eine dritte Probe geprüft und das Ergebnis, das von den beiden anderen abweicht, wird ignoriert. Ist dies nicht möglich, so wird mit der Prüfung von vorne begonnen.

9 Angabe der Ergebnisse

Die Kriechsteifigkeit und der *m*-Wert werden für die Belastungszeiten 8,0 s; 15,0 s; 30,0 s; 60,0 s; 120,0 s und 240,0 s als arithmetischer Mittelwert aus mindestens zwei berechneten Werten angegeben. Wenn ein Einzelergebnis der Kriechsteifigkeit und des *m*-Wertes vorgegeben ist, werden die Werte für die Belastungsdauer von 60 s verwendet. Die Steifigkeit wird in MPa mit drei Wertestellen und der *m*-Wert ebenfalls mit drei Wertestellen angegeben.

10 Präzision

10.1 Wiederholpräzision, *r*

Die Differenz zwischen zwei aufeinander folgenden Ergebnissen, die vom selben Prüfer mit demselben Gerät unter konstanten Betriebsbedingungen an identischem Untersuchungsmaterial erhalten werden, würde bei normaler und richtiger Durchführung des Prüfverfahrens die in Tabelle 1 angegebenen Werte nur in einem von zwanzig Fällen überschreiten.

10.2 Vergleichpräzision, *R*

Die Differenz zwischen zwei unabhängigen Einzelergebnissen, die von in unterschiedlichen Laboratorien arbeitenden verschiedenen Prüfern an identischem Untersuchungsmaterial erhalten werden, würde bei normaler und richtiger Durchführung des Prüfverfahrens die in Tabelle 1 angegebenen Werte nur in einem von zwanzig Fällen überschreiten.

Tabelle 1 — Geschätzte Wiederhol- und Vergleichpräzision

	Wiederholpräzision, <i>r</i> % des Mittelwerts	Vergleichpräzision, <i>R</i> % des Mittelwerts
Kriechsteifigkeit	9	27
<i>m</i> -Wert	4	13