

DIN EN ISO 5659-2

ICS 13.220.40; 83.080.01

Ersatz für
DIN EN ISO 5659-2:2007-04 und
DIN EN ISO 5659-1:1999-09

**Kunststoffe –
Rauchentwicklung –
Teil 2: Bestimmung der optischen Dichte durch Einkammerprüfung
(ISO 5659-2:2012);
Deutsche Fassung EN ISO 5659-2:2012**

Plastics –
Smoke generation –
Part 2: Determination of optical density by a single-chamber test (ISO 5659-2:2012);
German version EN ISO 5659-2:2012

Plastiques –
Production de fumée –
Partie 2: Détermination de la densité optique par un essai en enceinte unique
(ISO 5659-2:2012);
Version allemande EN ISO 5659-2:2012

Gesamtumfang 52 Seiten

Normenausschuss Kunststoffe (FNK) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 5659-2:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NBN (Belgien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 054-01-05 AA „Brandverhalten“ im Normenausschuss Kunststoffe (FNK) im DIN.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 13943 siehe DIN EN ISO 13943
IEC 60695-6-1 siehe DIN EN 60695-6-1 (VDE 0471-6-1)

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 5659-1:1999-09 und DIN EN ISO 5659-2:2007-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Norm redaktionell überarbeitet;
- b) Änderung der Kurzbeschreibung des Verfahrens;
- c) Änderungen der Größe der Probekörper;
- d) Änderung und Ergänzung zu Bild 1 „Prüfeinrichtung“;
- e) Änderung der Toleranzbereiche in „Konditionierung“;
- f) Änderung im Abschnitt „Durchführung der Prüfung“.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 5659-2: 1998-10, 2007-04
DIN EN ISO 5659-1: 1999-09

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60695-6-1 (VDE 0471-6-1), *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr — Teil 6-1: Sichtminderung durch Rauch — Allgemeiner Leitfaden*

DIN EN ISO 13943, *Brandschutz — Vokabular*

Deutsche Fassung

Kunststoffe —
Rauchentwicklung —
Teil 2: Bestimmung der optischen Dichte durch
Einkammerprüfung (ISO 5659-2:2012)

Plastics —
Smoke generation —
Part 2: Determination of optical density by a single-
chamber test (ISO 5659-2:2012)

Plastiques —
Production de fumée —
Partie 2: Détermination de la densité optique par un essai
en enceinte unique (ISO 5659-2:2012)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. November 2012 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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC 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, 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

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

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Kurzbeschreibung der Prüfung.....	7
5 Eignung eines Werkstoffs für die Prüfung.....	7
6 Aufbau und Vorbereitung der Probekörper	7
7 Geräte und Hilfsmittel	9
8 Prüfumgebung	22
9 Einstell- und Kalibrierverfahren	22
10 Durchführung der Prüfung	26
11 Auswertung	29
12 Präzision	30
13 Prüfbericht.....	30
Anhang A (normativ) Kalibrierung des Wärmestrommessgerätes	32
Anhang B (informativ) Veränderlichkeit der bei der Einkammerprüfung ermittelten spezifischen optischen Dichte des Rauches.....	33
Anhang C (informativ) Bestimmung der massebezogenen optischen Dichte	35
Anhang D (informativ) Präzisionsdaten aus Prüfungen an aufschäumenden Werkstoffen	40
Anhang E (informativ) Anleitung zur Prüfung der optischen Dichte	42
Literaturhinweise	50

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 5659-2:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NBN (Belgien) gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2013 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 5659-1:1999 und EN ISO 5659-2:2006.

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, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 5659-2:2012 wurde vom CEN als EN ISO 5659-2:2012 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Feuer ist eine komplexe Erscheinung und dessen Entwicklung und Wirkungen hängen von einer Anzahl miteinander verknüpfter Faktoren ab. Das Verhalten von Werkstoffen und Erzeugnissen hängt von den Brandmerkmalen, den Anwendungsverfahren der Werkstoffe und von der Umgebung ab, in der sie dem Feuer ausgesetzt werden (siehe auch ISO/TR 3814 [1] und ISO 13943).

Die in diesem Teil von ISO 5969 festgelegte Prüfung stellt lediglich einen speziellen Aspekt einer möglichen Brandsituation, für die eine Strahlungswärmequelle typisch ist, vereinfacht dar; eine Prüfung dieser Art kann allein keine unmittelbaren Richtlinien für das Verhalten oder die Sicherheit in einem Brandfall geben. Sie darf jedoch zu Vergleichszwecken oder zum Nachweis einer bestimmten Verhaltensqualität (hier: Rauchentwicklung) herangezogen werden, die einen Bezug zum allgemeinen Brandverhalten hat. Eine weitergehende Bedeutung ist den Ergebnissen dieser Prüfung nicht beizumessen.

Die Benennung „Rauch“ ist in ISO 13943 als eine sichtbare Suspension von Feststoff- und/oder Flüssigkeitsteilchen in Gasen als Ergebnis einer unvollständigen Verbrennung definiert. Rauch ist eines der ersten Reaktionsmerkmale, die auf einen Brand hinweisen, und sollte zu jeglicher Beurteilung einer Brandgefährdung fast immer berücksichtigt werden, da Rauch für die in einem brennenden Gebäude befindlichen Personen oder die Insassen anderer brennender Gehäuse, wie z. B. ein Schiff oder Zug, im Brandfall eine der größten Gefährdungen darstellt.

Die Verantwortung für die Erarbeitung von ISO 5659 wurde 1987 vom ISO/TC 92 auf das ISO/TC 61 unter der Voraussetzung übertragen, dass der Anwendungsbereich und die Gültigkeit dieser Werkstoffprüfnorm nicht nur auf Kunststoffe begrenzt, sondern bei entsprechender Möglichkeit auch für andere Werkstoffe einschließlich Baustoffe von Bedeutung sein sollten.

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieser Teil von ISO 5659 legt ein Verfahren zur Messung des Rauches fest, der auf der Oberfläche von Probekörpern aus Werkstoffen, Verbundstoffen oder vorgefertigten Teilen entsteht. Das Verfahren gilt für Probekörper mit einer im Wesentlichen flachen Oberfläche und einer Dicke von höchstens 25 mm, die horizontal angeordnet und in einer geschlossenen Prüfkammer mit oder ohne Anwendung einer Zündflamme einer Wärmebestrahlung mit einer bestimmten Intensität ausgesetzt werden. Dieses Prüfverfahren gilt für alle Kunststoffe und darf auch zur Bewertung anderer Werkstoffe (z. B. Gummi, textile Abdeckungen, Flächen mit Farbanstrichen, Holz und andere Baustoffe) angewendet werden.

1.2 Es wird davon ausgegangen, dass die Werte der nach dieser Prüfung bestimmten optischen Dichte für den Probekörper oder das vorgefertigte Teil nur in der untersuchten Form und Dicke als spezifisch angesehen werden und nicht als werkstoffspezifische, grundlegende Eigenschaften.

1.3 Die Prüfung ist in erster Linie für die Anwendung in der Forschung und Entwicklung sowie bei der brandschutztechnischen Auslegung von Gebäuden, Zügen, Schiffen usw. und nicht als Bewertungsgrundlage für Bauvorschriften oder sonstige Anwendungen bestimmt. Keine Vorhersage ist für die Dichte des Rauches möglich, den Werkstoffe bei einer Beanspruchung durch Wärme und Flammen unter anderen Expositionsbedingungen erzeugen können. Dieses Prüfverfahren schließt den Einfluss von Reizstoffen auf die Augen aus.

ANMERKUNG Dieses Prüfverfahren berücksichtigt die Einschränkung der Sichtweite (Sichtverhältnisse) durch die Rauchentwicklung, die im Allgemeinen nicht in Beziehung zur Reizwirkung steht (siehe Anhang E).

1.4 Es wird darauf hingewiesen, dass die von einem Werkstoff ausgehende Rauchentwicklung von der Bestrahlungsstärke abhängt, die auf den Probekörper einwirkt. Die mit dem in diesem Teil der ISO 5659 festgelegten Verfahren erhaltenen Ergebnisse beruhen auf einer Beanspruchung mit den spezifischen Bestrahlungsstärken von 25 kW/m² und 50 kW/m².

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 13943, *Fire safety — Vocabulary*

ISO 14934-3, *Fire tests — Calibration and use of heat flux meters — Part 3: Secondary calibration method*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 13943 und die folgenden Begriffe.

3.1

vorgefertigtes Teil

Element aus mehreren Werkstoffen und/oder Verbundstoffen

Anmerkung 1 zum Begriff: Verbundplatten sind ein Beispiel für ein vorgefertigtes Teil.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein vorgefertigtes Teil kann einen Luftspalt besitzen.

3.2

Verbundstoff

Kombination von Werkstoffen, die in Baukonstruktionen im Allgemeinen als einheitliches Ganzes (diskrete Entität) betrachtet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Beschichtete oder mehrschichtige Werkstoffe sind Beispiele für Verbundstoffe.

3.3
im Wesentlichen ebene Oberfläche

Oberfläche, auf der die Ebenheitsabweichung nicht um mehr als 1 mm überschritten wird

3.4
beanspruchte Oberfläche

Oberfläche des Erzeugnisses, die den Erwärmungsbedingungen der Prüfung ausgesetzt wird

3.5
Bestrahlungsstärke

Strahlungsfluss, der auf ein unendlich kleines Element der Oberfläche auffällt, das den Punkt enthält, dividiert durch die Fläche dieses Elements

3.6
Werkstoff

einzelner Grundstoff oder ein gleichmäßig disperses Gemisch

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind Metall, Stein, Bauholz, Beton, Mineralfaser und Polymere.

3.7
massebezogene optische Dichte
MOD

Maß für den Grad der Lichtundurchlässigkeit des Rauches, bezogen auf den unter Prüfbedingungen auftretenden Masseverlust des Werkstoffs

3.8
optische Dichte des Rauches

D

Maß für den Grad der Lichtundurchlässigkeit des Rauches als der negative dekadische Logarithmus der relativen Lichttransmission

3.9
Erzeugnis

Werkstoff, Verbundstoff oder vorgefertigtes Teil, über den (das) Informationen verlangt werden

3.10
spezifische optische Dichte

D_s

optische Dichte, multipliziert mit einem Faktor, der durch Division des Volumens der Prüfkammer durch das Produkt aus der beanspruchten Probekörperfläche und der Weglänge des Lichtbündels errechnet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 11.1.1.

3.11
Probekörper

repräsentatives Stück des zu prüfenden Erzeugnisses, gemeinsam mit seinem Trägerwerkstoff oder seiner Oberflächenbeschichtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Probekörper kann einen Luftspalt haben.

3.12
aufschäumender Werkstoff

aufblähender, schaumschichtbildender Werkstoff

intumeszenter Werkstoff

maßunbeständiger Werkstoff, der eine kohlenstoffhaltige, ausgedehnte Struktur (verkohelter Rückstand) mit einer Dicke > 10 mm entwickelt, wenn er bei der Prüfung einer 25 mm vom Probekörper entfernten Kegelheizeinrichtung ausgesetzt wird

4 Kurzbeschreibung der Prüfung

Probekörper aus dem zu prüfenden Erzeugnis werden horizontal in einer Prüfkammer angeordnet und auf ihren oberen Oberflächen einer Wärmestrahlung mit ausgewählten konstanten Bestrahlungsstärken bis 50 kW/m² ausgesetzt.

Der entstandene Rauch wird in der Prüfkammer, die auch eine Einrichtung zur Photometrie enthält, aufgefangen. Die Schwächung des durch den Rauch hindurchgehenden Lichtbündels wird gemessen. Die Ergebnisse werden als spezifische optische Dichte angegeben.

5 Eignung eines Werkstoffs für die Prüfung

5.1 Geometrische Verhältnisse des Werkstoffs

5.1.1 Das Verfahren ist auf im Wesentlichen ebene Werkstoffe, Verbundstoffe und vorgefertigte Teile anwendbar, deren Dicke 25 mm nicht überschreitet.

5.1.2 Das Verfahren ist empfindlich gegenüber geringen Veränderungen der geometrischen Verhältnisse, der Oberflächenausrichtung, der Dicke (entweder der Dicke insgesamt oder der Dicke einzelner Schichten), der Masse und Zusammensetzung des Werkstoffs; daher gelten die nach diesem Verfahren ermittelten Ergebnisse nur für die jeweils untersuchte Werkstoffdicke.

ANMERKUNG Es ist nicht möglich, die spezifische optische Dichte für eine bestimmte Dicke eines Werkstoffs aus der spezifischen optischen Dichte einer anderen Werkstoffdicke zu errechnen.

5.2 Physikalische Merkmale

Die zu einer Bewertung nach diesem Verfahren vorgelegten Werkstoffe könnten unterschiedliche Oberflächen haben oder Schichten aus unterschiedlichen Werkstoffen enthalten, die in Bezug auf die beiden Flächen in unterschiedlicher Reihenfolge angeordnet sind. Falls damit zu rechnen ist, dass beide Flächen bei der Anwendung Feuer ausgesetzt werden, müssen beide Flächen bewertet werden.

6 Aufbau und Vorbereitung der Probekörper

6.1 Anzahl der Probekörper

6.1.1 Wenn unter allen vier Bedingungen geprüft werden soll, muss die Probe mindestens 12 Probekörper umfassen, wovon sechs Probekörper bei 25 kW/m² (drei mit und drei ohne Zündflamme) und sechs Probekörper bei 50 kW/m² (drei mit und drei ohne Zündflamme) zu prüfen sind.

Wenn weniger als vier Bedingungen zu prüfen sind, sind mindestens drei Probekörper je Bedingung zu prüfen.

6.1.2 Entsprechend den Anforderungen in 5.2 ist für jede zu untersuchende Fläche eine zusätzliche Anzahl von Probekörpern nach 6.1.1 anzuwenden.

6.1.3 Weitere 12 Probekörper (d. h. drei Probekörper für jede Prüffart) sind in Reserve zu halten, falls die in 10.9 festgelegten Bedingungen zutreffen.

6.1.4 Im Fall aufschäumender Werkstoffe ist es erforderlich, einen Vorversuch mit einer Kegelheizeinrichtung bei einem Abstand von 50 mm zum Probekörper durchzuführen, woraus die Notwendigkeit für mindestens 2 zusätzliche Probekörper folgt.

6.2 Größe der Probekörper

6.2.1 Die Probekörper müssen quadratisch sein und eine Seitenlänge von (75 ± 1) mm haben.

6.2.2 Werkstoffe mit einer Nenndicke von höchstens 25 mm sind über ihre gesamte Dicke zu bewerten. Für Vergleichsprüfungen sind Werkstoffe zu untersuchen, deren Dicke $(1,0 \pm 0,1)$ mm beträgt. Alle Werkstoffe verbrauchen beim Verbrennen in der Prüfkammer Sauerstoff; bei einigen Werkstoffen (besonders bei schnell verbrennenden oder dicken Probekörpern) wird die Rauchentwicklung durch die verringerte Sauerstoffkonzentration in der Prüfkammer beeinflusst. Nach Möglichkeit muss die Dicke der geprüften Werkstoffe der Dicke bei der endgültigen Anwendung entsprechen.

6.2.3 Werkstoffe, deren Dicke 25 mm überschreitet, müssen aus der Probe so ausgeschnitten werden, dass sich eine Probekörperdicke von $(25 \pm 0,1)$ mm ergibt und eine ursprüngliche (unbearbeitete) Fläche untersucht werden kann.

6.2.4 Probekörper aus mehrschichtigen Werkstoffen mit einer 25 mm überschreitenden Dicke, die aus einem oder mehreren Kernmaterial(ien) und Deckschichten aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen, sind nach 6.2.3 vorzubereiten (siehe auch 6.3.2).

6.3 Vorbereitung der Probekörper

6.3.1 Der Probekörper muss repräsentativ für den Werkstoff sein und ist nach den unter 6.3.2 und 6.3.3 beschriebenen Verfahren vorzubereiten. Die Probekörper müssen aus identischen Bereichen einer Probe des jeweiligen Werkstoffs durch Ausschneiden, Sägen, Pressen oder Stanzen entnommen werden, und deren Dicken sowie, erforderlichenfalls, Massen sind aufzuzeichnen.

6.3.2 Falls anstelle gewölbter, profilierter oder speziell geformter Probekörper flache Profile mit gleicher Dicke und Zusammensetzung untersucht werden, muss dies im Prüfbericht angegeben werden. Alle Trägerwerkstoffe oder Kernmaterialien der Probekörper müssen den bei der praktischen Anwendung verwendeten Werkstoffen entsprechen.

6.3.3 Werden Beschichtungsstoffe, einschließlich Anstriche und Klebstoffe, auf dem bei der praktischen Anwendung benutzten Träger- oder Kernmaterial untersucht, sind die Probekörper nach dem üblichen Verfahren vorzubereiten; in diesen Fällen müssen das Verfahren zum Aufbringen der Beschichtung, die Anzahl der Schichten und die Art des Trägerwerkstoffs im Prüfbericht angegeben werden.

6.4 Umhüllen der Probekörper

6.4.1 Die Rückseite, alle Seitenflächen und die Randbereiche der Vorderseite jedes Probekörpers müssen mit jeweils einem einzigen Bogen Aluminiumfolie (etwa 0,04 mm dick) mit der matten Seite der Folie nach innen so umhüllt werden, dass in der Mitte der Vorderseite eine Beanspruchungsfläche von 65 mm × 65 mm frei bleibt. Es ist darauf zu achten, dass die Folie beim Einwickeln nicht durchstoßen wird oder unnötige Falten eingebracht werden. Die Folie muss so gefaltet werden, dass am Boden der Probekörperhalterung möglichst kein abgeschmolzener Werkstoff verloren geht. Nach dem Einsetzen des Probekörpers in dessen Halterung muss jegliche überschüssige Folie abgeschnitten werden.

6.4.2 Umhüllte Probekörper mit einer geringeren Dicke als 25 mm sind rückseitig mit einer Dämmschicht aus feuerfesten Fasern mit geringer Dichte (Nenndichte 65 kg/m³) zu verstärken.

Umhüllte Probekörper mit einer Dicke von 25 mm müssen ohne rückseitige Dämmschicht aus feuerfesten Fasern geprüft werden.

6.4.3 Mit Aluminiumfolie umhüllte Probekörper aus elastischen Werkstoffen sind so in die Halterung einzubringen, dass die beanspruchte Oberfläche mit der Innenseite der Öffnung der Probekörperhalterung in einer Ebene liegt. Werkstoffe, deren beanspruchte Flächen uneben sind, dürfen nicht über die Ebene der Öffnung der Probekörperhalterung überstehen.

6.4.4 Wenn sich dünne, undurchlässige Probekörper, z. B. thermoplastische Folien, während der Prüfung, durch zwischen Folie und Unterlage eingeschlossene Gase, aufblähen, ist eine im Wesentlichen ebene Oberfläche dadurch beizubehalten, dass zwei oder drei Schnitte (von 20 mm bis 40 mm Länge) in die Folie eingebracht werden, durch die das Gas entweichen kann.

6.5 Konditionierung

6.5.1 Bevor die Probekörper für die Prüfung vorbereitet werden, müssen diese bei $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchte von $(50 \pm 10) \%$ bis zur Massenkonzanz konditioniert werden, wobei die konstante Masse als erreicht gilt, wenn zwei im Abstand von 24 h aufeinander folgende Wägungen sich um nicht mehr als 0,1 % der Probekörpermasse oder, falls dieser Wert größer ist, um nicht mehr als 0,1 g unterscheiden.

6.5.2 In der Konditionierungskammer müssen die Probekörper auf Gestellen so gelagert werden, dass ein Luftzutritt zu allen Flächen möglich ist.

In der Konditionierungskammer darf eine Zwangsbelüftung angewendet werden, um den Konditionierungsvorgang zu beschleunigen.

Die bei diesem Verfahren ermittelten Ergebnisse sind empfindlich gegenüber kleinen Unterschieden bei der Probekörperkonditionierung. Es ist daher wichtig, die sorgfältige Einhaltung der Anforderungen von 6.5 sicherzustellen.

7 Geräte und Hilfsmittel

7.1 Allgemeines

Die Prüfeinrichtung (siehe Bild 1) muss aus einer luftdichten Prüfkammer, die bei der Prüfung die Probekörperhalterung, den Strahlungskegel, den Zündflammenbrenner, das Lichtübertragungs- und Lichtmesssystem sowie andere Hilfseinrichtungen zur Überwachung der Betriebsbedingungen während der Prüfung aufnimmt, bestehen.

7.2 Prüfkammer

7.2.1 Ausführung

7.2.1.1 Die Prüfkammer (siehe Bild 1 und Bild 2) muss aus Verbundplatten hergestellt sein, deren Innenflächen aus höchstens 1 mm dickem Metall mit entweder einer Beschichtung aus Porzellanemaille oder einer gleichwertigen Beschichtung bestehen, die gegen chemische aggressive Einwirkungen und Korrosion beständig und leicht zu reinigen ist. Die Prüfkammer muss folgende Innenmaße haben: Breite $(914 \pm 3) \text{ mm}$, Höhe $(914 \pm 3) \text{ mm}$ und Tiefe $(610 \pm 3) \text{ mm}$. In der Vorderseite muss sich eine Drehflügeltür mit einem Sichtfenster befinden, für das es eine abnehmbare, lichtundurchlässige Abdeckung gibt, um den Lichteintritt in die Kammer zu verhindern. Ein Explosionsschutz (Explosionsdruckentlastungseinrichtung), der aus einem Bogen Aluminiumfolie mit einer Dicke von höchstens 0,04 mm und einer Fläche von mindestens $80\,600 \text{ mm}^2$ besteht, muss in der Kammer vorhanden und so angebracht sein, dass eine luftdichte Abdichtung entsteht.

Der Explosionsschutz darf durch Maschendraht aus nichtrostendem Stahl geschützt werden. Der Maschendraht muss mindestens 50 mm vom Explosionsschutz entfernt sein, damit er im Fall einer Explosion keine Behinderung darstellt.

ANMERKUNG Eine Ausführung mit einer breiten Tür, die eine gesamte Seite der Rauchkammer einnimmt, hat sich für Reinigungs- und Wartungsarbeiten als günstig erwiesen.

7.2.1.2 Zwei optische Fenster mit jeweils 75 mm Durchmesser, deren Lage in Bild 2 gezeigt ist, sind in der oberen bzw. der unteren Fläche der Prüfkammerwand so anzubringen, dass die Fensterinnenflächen mit der Außenseite der Prüfkammerauskleidung bündig abschließen. Die untere Fläche des Fensters im Boden ist mit einer ringförmigen elektrischen Heizeinrichtung mit einer Leistung von etwa 9 W zu versehen, damit die obere Fläche dieses Bodenfensters bei einer Temperatur gehalten werden kann, die ausreicht, um eine Kondensation des Rauches an dieser Fläche auf ein Mindestmaß herabzusetzen (eine Temperatur von $50 ^\circ\text{C}$ bis $55 ^\circ\text{C}$ hat sich als geeignet erwiesen); die Heizung ist am Umfang des Fensters so anzubringen, dass der Lichtweg nicht unterbrochen wird. Außerhalb der Prüfkammer müssen um die Fenster herum 8 mm dicke optische Plattformen angebracht werden, die miteinander durch drei Stützen aus Metall mit einem Durchmesser von mindestens 12,5 mm starr verbunden werden müssen; die Stützen gehen durch die Kammer hindurch und werden an den Plattformen fest angebracht.

7.2.1.3 Bei Bedarf sind weitere Öffnungen in der Prüfkammer für die vorgesehenen Versorgungsleitungen anzubringen. Sie müssen verschließbar sein, so dass innerhalb der Kammer ein Überdruck bis 1,5 kPa (150 mm Wassersäule) über dem Atmosphärendruck entstehen (siehe 7.2.2) und bei den Prüfungen nach 7.6 und 9.6 aufrechterhalten werden kann. Alle Bestandteile der Kammer müssen in der Lage sein, einem größeren inneren Überdruck als die Explosionsdruckentlastungseinrichtung standzuhalten.

7.2.1.4 Auf der Vorderseite der Kammer im oberen Bereich oder in der Kammerdecke muss eine verschließbare Lufteinlassöffnung mit Abstand zum Strahlungskegel vorhanden sein; im Boden der Kammer muss eine verschließbare Luftauslassöffnung angebracht sein, die über einen flexiblen Schlauch von 50 mm bis 100 mm Durchmesser mit einem Absauggebläse verbunden ist, das einen Unterdruck von mindestens 0,5 kPa (50 mm Wassersäule) erzeugen kann.

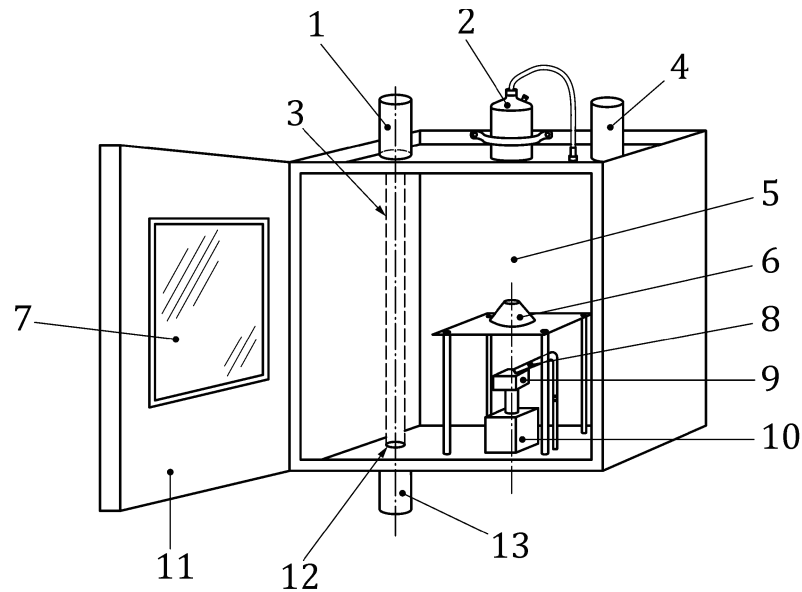
7.2.2 Einrichtung zur Begrenzung des Drucks in der Prüfkammer

Der Druck in der Prüfkammer muss sich regeln lassen. Dazu ist ein Manometer mit einem Messbereich bis 1,5 kPa (150 mm Wassersäule) mit einem Druckregler und einem durch die obere Wand der Kammer geführten Rohr zu verbinden. Das Manometer kann elektronisch sein oder eine geeignete Flüssigkeit in einem Rohr (Wasser oder eine entsprechende Indikatorflüssigkeit) enthalten.

Ein geeigneter Druckregler (siehe Bild 3) besteht aus einem offenen, mit Wasser gefüllten Gefäß an der Vorderseite der Kammer und einem flexiblen Schlauchstück mit einem Durchmesser von 25 mm, das 100 mm tief ins Wasser eingetaucht wird; das andere Schlauchende wird mit dem Druckmessgerät und der Prüfkammer verbunden. Der Druckregler muss mit dem Lüftungssystem verbunden sein.



a) Typisches Bild einer kommerziell erhältlichen Prüfeinrichtung

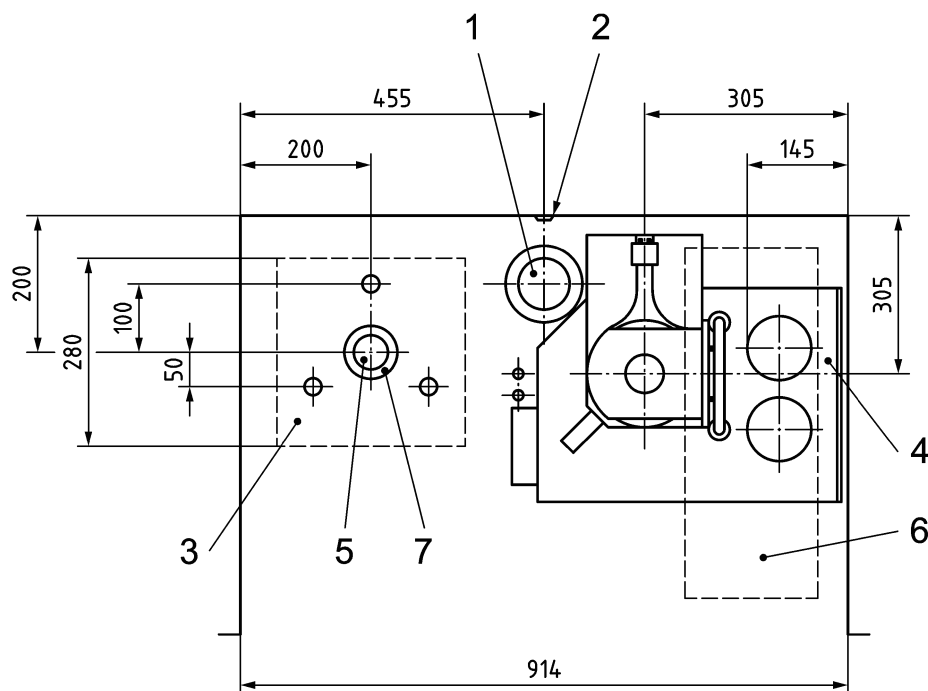


b) Schematische Darstellung einer typischen Prüfeinrichtung

Legende

- | | | | |
|---|----------------------|----|---|
| 1 | Optisches Messsystem | 8 | Zündflammenbrenner |
| 2 | Druckregler | 9 | Probekörper in Probekörperhalterung |
| 3 | Lichtweg | 10 | Wägeeinrichtung |
| 4 | Entlüftung | 11 | Über gesamte Vorderseite öffnende Tür |
| 5 | Kammer | 12 | Im Boden angebrachtes optisches Fenster |
| 6 | Kegelheizeinrichtung | 13 | Lichtquelle |
| 7 | Fenster | | |

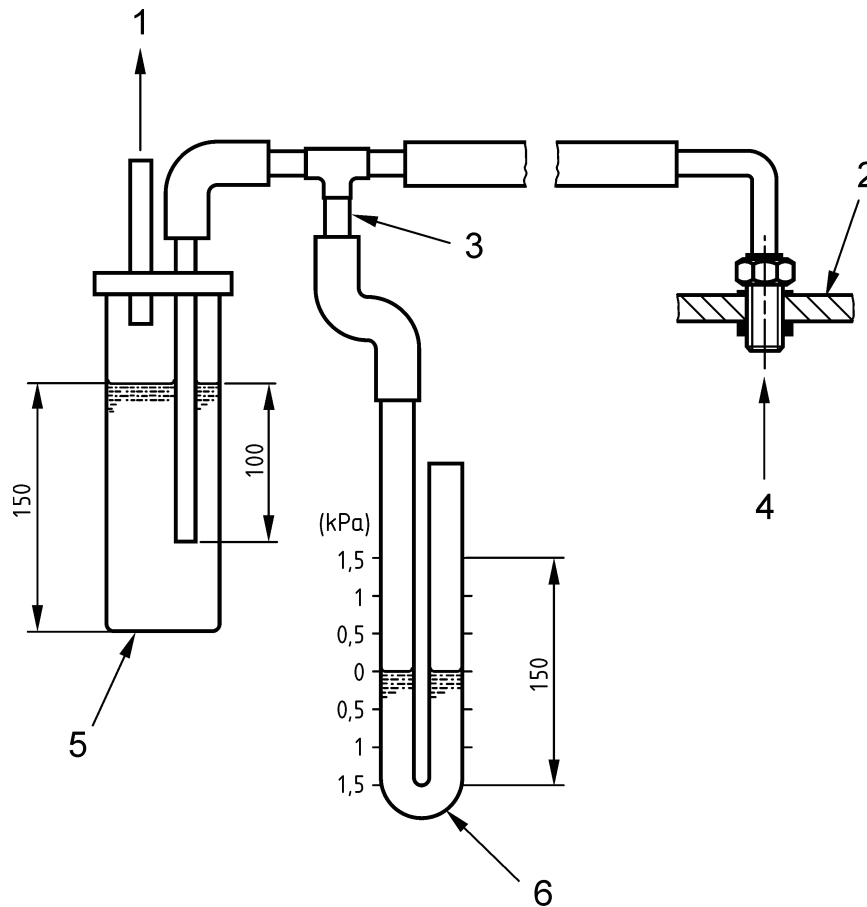
Bild 1 —Prüfeinrichtung



Legende

- | | |
|--|--|
| 1 Luftaustrittsöffnung | 5 Optisches Fenster |
| 2 Thermoelement an der Wand der Prüfkammer | 6 Explosionsschutz |
| 3 Optische Plattform | 7 Heizeinrichtung für das optische Fenster |
| 4 Strahlungskegel-Baugruppe | |

Bild 2 — Typische Prüfkammer in der Draufsicht



Legende

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | zum Lüftungssystem | 4 | Aus der Prüfkammer ausströmendes Medium |
| 2 | Wand der Prüfkammer | 5 | Wassergefäß |
| 3 | Verengung der Leitung, um das Ausblasen der Kammer zu verhindern | 6 | Glas- oder U-Rohrdruckmessgerät (bis zur Nullmarke mit wässriger Farbstofflösung gefüllt) |

Bild 3 — Typisches Druckmessgerät zur Druckbegrenzung in der Kammer

7.2.3 Temperatur der Prüfkammerwand

Die aus Drähten mit einem Durchmesser von höchstens 1 mm hergestellte Messlötstelle eines Thermoelements muss an der Innenseite der Kammerrückwand in der geometrischen Mitte unter einer Isolierscheibe (z. B. aus Polystyrolschaum) angebracht werden, die eine Dicke von etwa 6,5 mm und einen Durchmesser von höchstens 20 mm hat und mit geeignetem Kitt an der Wand befestigt ist. Die Vergleichslötstelle ist mit einer Aufzeichnungs- oder Spannungsmesseinrichtung zu verbinden; das Thermoelement muss zum Messen von Temperaturen im Bereich von 35 °C bis 80 °C (siehe 10.2.2) geeignet sein.

7.3 Anordnung der Probekörperhalterung und der Heizeinrichtung

7.3.1 Strahlungskegel

7.3.1.1 Der Strahlungskegel muss aus einem Heizelement mit einer Nennleistung von 2 600 W bestehen, das sich in einem Rohr aus nichtrostendem Stahl von etwa 2 210 mm Länge und 6,5 mm Durchmesser befindet; das Element ist in Form eines Kegelstumpfes gewickelt und in eine Abschirmung eingesetzt. Die Abschirmung muss eine Gesamthöhe von $(45 \pm 0,4)$ mm, einen oberen Innendurchmesser von (55 ± 1) mm und einen unteren Innendurchmesser von (110 ± 3) mm haben. Sie muss aus zwei Schichten von 1 mm dickem, nichtrostendem Stahl, zwischen die eine 10 mm dicke Dämmschicht aus einer Keramikfaser mit einer Nenndichte von 100 kg/m^3 eingebracht ist, bestehen. Das Heizelement muss am oberen und unteren Ende der Abschirmung befestigt sein.

7.3.1.2 Der Strahlungskegel muss ermöglichen, auf die Mitte der Probekörperoberfläche eine Bestrahlungsstärke zwischen 10 kW/m^2 und 50 kW/m^2 aufzubringen.

Wird die Bestrahlungsstärke an zwei anderen Stellen bestimmt, die zu beiden Seiten 25 mm außerhalb der Probekörpermitte liegen, muss die Bestrahlungsstärke an diesen Stellen mindestens 85 % der Bestrahlungsstärke in der Probekörpermitte betragen.

Zur Regelung der Temperatur des Strahlungskegels muss ein Proportional-Integral-Differential-Regler (PID-Regler) mit Halbleiterrelais, Thyristor-Schnell- oder Anschnittsteuerung mit einer Höchstbemessung von mindestens 10 A verwendet werden. Um eine vertretbare Angleichung an die Empfindlichkeitscharakteristik der Heizeinrichtung zu ermöglichen, sind als Kapazität der Anpassung der Nachstellzeit bis zu 50 s und zum Anpassen der Differenzzeit bis zu 30 s vorzusehen. Die Regeltemperatur der Heizeinrichtung muss auf einer Skala so eingestellt werden, dass sie auf $\pm 2^\circ\text{C}$ konstant gehalten werden kann. Es ist ein Temperatureingabebereich von 0°C bis $1\,000^\circ\text{C}$ geeignet; eine Bestrahlungsstärke von 50 kW/m^2 ergibt sich, wenn die Temperatur der Heizeinrichtung zwischen 770°C und 840°C beträgt und der Probekörper sich 25 mm unterhalb des Rands der Heizeinrichtung befindet. Eine automatische Kompensation der Vergleichslötstellentemperatur des Thermoelements ist vorzusehen.

ANMERKUNG 1 Der Temperaturbereich der Heizeinrichtung zum Prüfen bei einem Abstand von 50 mm zwischen dem Rand des Strahlungskegels und dem Probekörper ist in Tabelle D.3 angegeben.

Die Bestrahlungsstärke des Strahlungskegels muss entsprechend den Messwerten von zwei Mantelthermoelementen der Ausführung K geregelt werden, die dem Thermoelement diametral gegenüber angebracht sind und mit ihm in Kontakt stehen, jedoch nicht mit ihm verschweißt sind. Die Thermoelemente müssen gleich lang und parallel zur Temperaturregeleinrichtung verdrahtet sein; sie sind in einer Position anzuordnen, die ein Drittel von der oberen Kegeloberfläche entfernt ist.

ANMERKUNG 2 Obgleich eine Anschnittsteuerung zur Temperaturregelung des Strahlungskegels zugelassen ist, sollte berücksichtigt werden, dass sie im Allgemeinen eine elektrische Filterung erfordert, um die Gefahr von Signallinien mit kleiner Amplitude zu vermeiden.

7.3.2 Gestell für Strahlungskegel, Probekörperhalterung und Wärmestrommessgerät

Der Strahlungskegel muss mit Hilfe der senkrechten Stäbe auf dem Trägergestell so angeordnet und befestigt werden, dass sich bei nicht aufschäumenden Werkstoffen der untere Rand der Strahlungskegelabschirmung (25 ± 1) mm über der oberen Probekörperfläche befindet, wenn der Probekörper waagrecht ausgerichtet ist. Für aufschäumende Werkstoffe muss dieser Abstand 50 mm betragen. Einzelheiten zum Strahlungskegel und den Halterungen sind in Bild 4 und Bild 5 dargestellt.