

## DIN EN ISO 5659



ICS 13.220.40; 83.080.01

Einsprüche bis 2024-11-13  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN ISO 5659-2:2017-11

**Entwurf**

**Kunststoffe –  
Rauchentwicklung –  
Bestimmung der optischen Dichte durch Einkammerprüfung  
(ISO/DIS 5659:2024);  
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 5659:2024**

Plastics –  
Smoke generation –  
Determination of optical density by a single-chamber test (ISO/DIS 5659:2024);  
German and English version prEN ISO 5659:2024

Plastiques –  
Production de fumée –  
Détermination de la densité optique par un essai en enceinte unique (ISO/DIS 5659:2024);  
Version allemande et anglaise prEN ISO 5659:2024

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-09-13 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument 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](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [fnk@din.de](mailto:fnk@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 117 Seiten

DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)

## Nationales Vorwort

Das Dokument prEN ISO 5659:2024 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS (Schweden) gehalten wird.

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

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.

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

|                |       |                          |
|----------------|-------|--------------------------|
| ISO 291        | siehe | DIN EN ISO 291           |
| ISO 1514       | siehe | DIN EN ISO 1514          |
| ISO 5725:1986  | siehe | DIN ISO 5725:1988-04     |
| ISO 5725-2     | siehe | DIN ISO 5725-2           |
| ISO 13943      | siehe | DIN EN ISO 13943         |
| ISO 17034:2016 | siehe | DIN EN ISO 17034:2017-04 |

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

## Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 5659-2:2017-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Definition des Begriffs 3.12 „aufschäumender Werkstoff“ komplett überarbeitet;
- b) in Abschnitt 6 „Aufbau und Vorbereitung der Probekörper“ einen neuen Unterabschnitt 6.6 zu maßunbeständigen Werkstoffen aufgenommen;
- c) in 7.2 „Prüfkammer“ die Möglichkeit der Verwendung eines alternativen Werkstoffs für die Explosionsdruckentlastungseinrichtung anstelle einer Aluminiumfolie aufgenommen;
- d) in 7.8 „Hilfsmittel“ einen neuen Unterabschnitt 7.8.8 „Sauerstoffmessgerät (optional)“ aufgenommen;
- e) Bild E.2 überarbeitet und präzisiert;
- f) Bild F.1 überarbeitet und präzisiert;
- g) informativen Anhang G „Standardreferenzmaterialien“ neu aufgenommen;
- h) Literaturhinweise aktualisiert;
- i) Dokument redaktionell überarbeitet.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN ISO 291, *Kunststoffe — Normalklimate für Konditionierung und Prüfung*

DIN EN ISO 1514, *Beschichtungsstoffe — Norm-Probenplatten*

DIN EN ISO 13943, *Brandschutz — Vokabular*

DIN EN ISO 17034:2017-04, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Referenzmaterialherstellern (ISO 17034:2016); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 17034:2016*

DIN ISO 5725:1988-04, *Präzision von Messverfahren — Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision von festgelegten Messverfahren durch Ringversuche; Identisch mit ISO 5725, Ausgabe 1986*

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

– Leerseite –

September 2024

**prEN ISO 5659**

**Kunststoffe – Rauchentwicklung – Bestimmung der optischen Dichte durch  
Einkammerprüfung (ISO/DIS 5659:2024)**

Plastics – Smoke generation – Determination of optical density by a single-chamber test (ISO/DIS 5659:2024)

Plastiques – Production de fumée – Détermination de la densité optique par un essai en enceinte unique  
(ISO/DIS 5659:2024)

## Inhalt

|                                                                                           | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort . . . . .                                                            | 5     |
| Vorwort . . . . .                                                                         | 6     |
| Einleitung . . . . .                                                                      | 7     |
| 1 Anwendungsbereich . . . . .                                                             | 8     |
| 2 Normative Verweisungen . . . . .                                                        | 8     |
| 3 Begriffe . . . . .                                                                      | 8     |
| 4 Kurzbeschreibung des Verfahrens . . . . .                                               | 10    |
| 5 Eignung eines Werkstoffs oder Erzeugnisses für die Prüfung . . . . .                    | 10    |
| 5.1 Geometrische Verhältnisse des Werkstoffs oder Erzeugnisses . . . . .                  | 10    |
| 5.2 Oberflächenmerkmale . . . . .                                                         | 10    |
| 5.3 Asymmetrische Erzeugnisse . . . . .                                                   | 11    |
| 6 Aufbau und Vorbereitung der Probekörper . . . . .                                       | 11    |
| 6.1 Anzahl der Probekörper . . . . .                                                      | 11    |
| 6.2 Größe der Probekörper . . . . .                                                       | 11    |
| 6.3 Vorbereitung der Probekörper . . . . .                                                | 11    |
| 6.4 Vorbehandlung . . . . .                                                               | 12    |
| 6.5 Umhüllen der Probekörper . . . . .                                                    | 12    |
| 6.6 Maßunbeständige Werkstoffe . . . . .                                                  | 13    |
| 7 Geräte und Hilfsmittel . . . . .                                                        | 13    |
| 7.1 Allgemeines . . . . .                                                                 | 13    |
| 7.2 Prüfkammer . . . . .                                                                  | 14    |
| 7.2.1 Ausführung . . . . .                                                                | 14    |
| 7.2.2 Einrichtungen zur Begrenzung des Drucks in der Prüfkammer . . . . .                 | 14    |
| 7.2.3 Temperatur der Prüfkammerwand . . . . .                                             | 17    |
| 7.3 Anordnung der Probekörperhalterung und der Heizeinrichtung . . . . .                  | 17    |
| 7.3.1 Strahlungskegel . . . . .                                                           | 17    |
| 7.3.2 Gestell für Strahlungskegel, Probekörperhalterung und Wärmestrommessgerät . . . . . | 18    |
| 7.3.3 Strahlungsunterbrecherschild . . . . .                                              | 21    |
| 7.3.4 Wärmestrommessgerät . . . . .                                                       | 21    |
| 7.3.5 Probekörperhalterung . . . . .                                                      | 22    |
| 7.3.6 Zündflammenbrenner . . . . .                                                        | 22    |
| 7.4 Gasversorgung . . . . .                                                               | 23    |
| 7.5 Photometriesystem . . . . .                                                           | 23    |
| 7.5.1 Allgemeines . . . . .                                                               | 23    |
| 7.5.2 Quelle für diffuses Licht . . . . .                                                 | 23    |
| 7.5.3 Photodetektor . . . . .                                                             | 23    |
| 7.5.4 Zusatzausrüstung . . . . .                                                          | 25    |
| 7.6 Dichtheit der Prüfkammer . . . . .                                                    | 25    |
| 7.7 Reinigungsmaterialien . . . . .                                                       | 25    |
| 7.8 Hilfsmittel . . . . .                                                                 | 26    |
| 7.8.1 Waage (wahlfrei) . . . . .                                                          | 26    |
| 7.8.2 Zeitmessgerät . . . . .                                                             | 26    |
| 7.8.3 Längenmessgeräte . . . . .                                                          | 26    |
| 7.8.4 Zusatzheizeinrichtung . . . . .                                                     | 26    |
| 7.8.5 Schutzausrüstung . . . . .                                                          | 26    |
| 7.8.6 Aufzeichnungsgerät . . . . .                                                        | 26    |
| 7.8.7 Kühlwassersystem . . . . .                                                          | 26    |
| 7.8.8 Sauerstoffmessgerät (wahlfrei) . . . . .                                            | 26    |
| 8 Prüfumgebung . . . . .                                                                  | 27    |
| 9 Einstell- und Kalibrierverfahren . . . . .                                              | 27    |
| 9.1 Allgemeines . . . . .                                                                 | 27    |

|                                                                                                                                    |                                                                     |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 9.2                                                                                                                                | Justierung des Photometriesystems . . . . .                         | 27 |
| 9.2.1                                                                                                                              | Allgemeines . . . . .                                               | 27 |
| 9.2.2                                                                                                                              | Kollimation des Strahlenbündels . . . . .                           | 27 |
| 9.2.3                                                                                                                              | Fokussierung des Strahlenbündels . . . . .                          | 27 |
| 9.3                                                                                                                                | Auswahl der/des Kompensationsfilter(s) . . . . .                    | 28 |
| 9.4                                                                                                                                | Überprüfung der Linearität . . . . .                                | 28 |
| 9.5                                                                                                                                | Kalibrierung des Filters zur Bereichseinstellung . . . . .          | 28 |
| 9.6                                                                                                                                | Prüfung der Dichtheit der Prüfkammer . . . . .                      | 29 |
| 9.7                                                                                                                                | Kalibrierung des Brenners . . . . .                                 | 29 |
| 9.8                                                                                                                                | Kalibrierung des Strahlungskegels . . . . .                         | 29 |
| 9.9                                                                                                                                | Reinigung . . . . .                                                 | 30 |
| 9.10                                                                                                                               | Häufigkeit der Überprüfungs- und Kalibrierverfahren . . . . .       | 30 |
| 10                                                                                                                                 | Durchführung . . . . .                                              | 30 |
| 10.1                                                                                                                               | Allgemeines . . . . .                                               | 30 |
| 10.2                                                                                                                               | Vorbereitung der Prüfkammer . . . . .                               | 31 |
| 10.3                                                                                                                               | Prüfungen mit Zündflamme . . . . .                                  | 31 |
| 10.4                                                                                                                               | Vorbereitung des Photometriesystems . . . . .                       | 31 |
| 10.5                                                                                                                               | Einlegen der Probekörper . . . . .                                  | 31 |
| 10.6                                                                                                                               | Aufzeichnung der Lichttransmission . . . . .                        | 32 |
| 10.7                                                                                                                               | Beobachtungen . . . . .                                             | 32 |
| 10.8                                                                                                                               | Beendigung der Prüfung . . . . .                                    | 33 |
| 10.9                                                                                                                               | Prüfung unter verschiedenen Bedingungen . . . . .                   | 33 |
| 11                                                                                                                                 | Auswertung . . . . .                                                | 34 |
| 11.1                                                                                                                               | Spezifische optische Dichte $D_S$ . . . . .                         | 34 |
| 11.2                                                                                                                               | Korrekturfaktor für das gereinigte Lichtbündel $D_C$ . . . . .      | 35 |
| 12                                                                                                                                 | Präzision . . . . .                                                 | 35 |
| 13                                                                                                                                 | Prüfbericht . . . . .                                               | 35 |
| Anhang A (normativ) Kalibrierung des Wärmestrommessgerätes . . . . .                                                               |                                                                     | 37 |
| Anhang B (informativ) Veränderlichkeit der bei der Einkammerprüfung ermittelten spezifischen optischen Dichte des Rauchs . . . . . |                                                                     | 38 |
| Anhang C (informativ) Bestimmung der massebezogenen optischen Dichte . . . . .                                                     |                                                                     | 40 |
| C.1                                                                                                                                | Allgemeines . . . . .                                               | 40 |
| C.2                                                                                                                                | Kurzbeschreibung des Verfahrens . . . . .                           | 40 |
| C.3                                                                                                                                | Probekörper . . . . .                                               | 40 |
| C.4                                                                                                                                | Hilfsmittel . . . . .                                               | 40 |
| C.5                                                                                                                                | Kalibrierverfahren . . . . .                                        | 43 |
| C.6                                                                                                                                | Durchführung der Prüfung . . . . .                                  | 43 |
| C.6.1                                                                                                                              | Vorbereitung der Prüfkammer . . . . .                               | 43 |
| C.6.2                                                                                                                              | Einlegen der Probekörper . . . . .                                  | 43 |
| C.6.3                                                                                                                              | Aufzeichnung der Lichttransmission und des Masseverlustes . . . . . | 44 |
| C.6.4                                                                                                                              | Beendigung der Prüfung . . . . .                                    | 44 |
| C.6.5                                                                                                                              | Wiederholungsprüfungen . . . . .                                    | 44 |
| C.7                                                                                                                                | Auswertung . . . . .                                                | 44 |
| C.8                                                                                                                                | Prüfbericht . . . . .                                               | 44 |
| Anhang D (informativ) Präzisionsdaten aus Prüfungen an aufschäumenden Werkstoffen . . . . .                                        |                                                                     | 45 |
| D.1                                                                                                                                | Hintergrund . . . . .                                               | 45 |
| D.2                                                                                                                                | Probekörper . . . . .                                               | 45 |
| D.3                                                                                                                                | Teilnehmende Laboratorien . . . . .                                 | 45 |
| D.4                                                                                                                                | Prüfverfahren . . . . .                                             | 45 |
| D.5                                                                                                                                | Prüfergebnisse . . . . .                                            | 45 |
| Anhang E (informativ) Anleitung zur Prüfung der optischen Dichte . . . . .                                                         |                                                                     | 47 |
| E.1                                                                                                                                | Allgemeines . . . . .                                               | 47 |
| E.2                                                                                                                                | Ziel . . . . .                                                      | 49 |
| E.3                                                                                                                                | Messungen der optischen Rauchdichte . . . . .                       | 50 |
| E.3.1                                                                                                                              | Kurzbeschreibung . . . . .                                          | 50 |
| E.3.2                                                                                                                              | Berechnungsverfahren . . . . .                                      | 50 |
| E.4                                                                                                                                | Rauchentwicklung beeinflussende Faktoren . . . . .                  | 53 |

|                   |                                                         |    |
|-------------------|---------------------------------------------------------|----|
| E.4.1             | Allgemeines                                             | 53 |
| E.4.2             | Art der Zersetzung                                      | 53 |
| E.4.3             | Belüftung und Brandumgebung                             | 53 |
| E.4.4             | Zeit und Temperatur                                     | 54 |
| E.4.5             | Mechanismen bei der Beseitigung von Rauchteilchen       | 54 |
| E.5               | Anwendbarkeit der Ergebnisse                            | 54 |
| Anhang F          | (informativ) Spezielle Verfahren zur Probenvorbereitung | 55 |
| F.1               | Allgemeines                                             | 55 |
| F.2               | Verbundstoff-Probekörper                                | 55 |
| F.3               | Anstrich/Beschichtung                                   | 55 |
| F.4               | Erzeugnisse mit gewölbter Form                          | 56 |
| F.4.1             | Biegsame Werkstoffe                                     | 56 |
| F.4.2             | Starre Werkstoffe                                       | 56 |
| F.5               | Werkstoffe, die eine Prüfung unter Druck erfordern      | 57 |
| F.6               | Flüssigkeiten                                           | 57 |
| Anhang G          | (informativ) Standardreferenzmaterialien                | 58 |
| G.1               | Hintergrund                                             | 58 |
| Literaturhinweise |                                                         | 59 |

## Bilder

|          |                                                                                                                                                                                  |    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1   | — Prüfeinrichtung                                                                                                                                                                | 15 |
| Bild 2   | — Typische Prüfkammer in der Draufsicht                                                                                                                                          | 16 |
| Bild 3   | — Typisches Druckmessgerät zur Druckbegrenzung in der Kammer                                                                                                                     | 17 |
| Bild 4   | — Typisches Gestell für Strahlungskegel, Probekörperhalterung und Wärmestrommessgerät                                                                                            | 19 |
| Bild 5   | — Typische Anordnung von Strahlungskegel, Probekörperhalterung und Unterbrecherschild des Strahlungskegels (Seitenansicht)                                                       | 20 |
| Bild 6   | — Typische Anordnung von Strahlungskegel, Probekörperhalterung und Unterbrecherschild des Strahlungskegels (Vorderansicht)                                                       | 21 |
| Bild 7   | — Probekörperhalterung                                                                                                                                                           | 22 |
| Bild 8   | — Beispiel eines Photometriesystems mit einem Photoelektronenvervielfacher                                                                                                       | 24 |
| Bild C.1 | — Typisches Gestell für Strahlungskegel, Probekörper und Wärmestrommessgerät                                                                                                     | 41 |
| Bild C.2 | — Typische Anordnung von Strahlungskegel, Probekörperhalterung und Strahlungsunterbrecherschild mit Wägezelle zur Bestimmung der massebezogenen optischen Dichte (Seitenansicht) | 42 |
| Bild C.3 | — Typische Anordnung von Strahlungskegel, Probekörperhalterung und Unterbrecherschild des Strahlungskegels (Vorderansicht)                                                       | 43 |
| Bild E.1 | — Zusammenhang zwischen optischer Dichte und Sichtweite                                                                                                                          | 48 |
| Bild E.2 | — Sichtweite ( $w$ ) gegen Extinktionskoeffizient ( $k$ )                                                                                                                        | 49 |
| Bild F.1 | — Probekörper von Erzeugnissen mit gewölbter Form                                                                                                                                | 56 |

## Tabellen

|             |                                                                                               |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1   | — Häufigkeit für Überprüfungen und Kalibrierungen                                             | 32 |
| Tabelle B.1 | — Wiederholpräzision und Vergleichpräzision der spezifischen optischen Dichte für Kunststoffe | 38 |
| Tabelle B.2 | — Wiederholpräzision und Vergleichpräzision der spezifischen optischen Dichte für Baustoffe   | 39 |
| Tabelle D.1 | — Prüfergebnisse für Polycarbonat                                                             | 46 |
| Tabelle D.2 | — Prüfergebnisse für den PVC-Bodenbelag                                                       | 46 |
| Tabelle D.3 | — Temperaturen der Rauchkammer während der Prüfung                                            | 46 |

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 5659:2024) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 5659-2:2017 ersetzen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 5659:2024 wurde von CEN als prEN ISO 5659:2024 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (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 Normungsthemen 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 Directives, 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 Directives, Teil 2, erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://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](http://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, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61, *Plastics*, Unterkomitee SC 4, *Burning behaviour*, erarbeitet.

Diese erste Ausgabe ersetzt die vierte Ausgabe von ISO 5659-2:2017, die technisch überarbeitet wurde.

## Einleitung

Feuer ist eine komplexe Erscheinung und seine Entwicklung und Wirkungen hängen von einer Anzahl zusammenhängender 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/TS 3814 und ISO 13943).

Die in diesem Dokument festgelegte Prüfung stellt lediglich einen speziellen Aspekt einer möglichen Brand-situation, für die eine Strahlungswärmequelle typisch ist, vereinfacht dar; eine Prüfung dieser Art allein kann keine unmittelbaren Richtlinien für das Verhalten oder die Sicherheit im Brandfall geben. Diese Art der Prüfung darf jedoch zu Vergleichszwecken oder zum Nachweis einer bestimmten Verhaltensqualität (hier: Rauchentwicklung) herangezogen werden, die einen Bezug zum allgemeinen Verhalten bei Einwirkung von Feuer hat. Es wäre falsch, den Ergebnissen dieser Prüfung eine weitergehende Bedeutung 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 zur Beurteilung einer Brandgefahr fast immer berücksichtigt werden, da Rauch für die Personen in einem brennenden Gebäude oder anderen brennenden Gehäusen, 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 Baustoffen maßgebend sein sollten.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Messung der Rauchentwicklung auf der freiliegenden Oberfläche von Probekörpern aus Werkstoffen oder Verbundstoffen fest. Das Verfahren gilt für Probekörper mit einer im Wesentlichen ebenen 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.

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

Die Prüfung ist in erster Linie für die Anwendung in der Forschung und Entwicklung sowie im Brandschutzingenieurwesen von Gebäuden, Zügen, Schiffen usw. und nicht als Bewertungsgrundlage für Bauvorschriften oder sonstige Anwendungen bestimmt. Es wird keine Vorhersage für die Dichte des Rauchs, den Werkstoffe bei einer Beanspruchung durch Wärme und Flammen unter anderen (tatsächlichen) Expositionsbedingungen erzeugen können, gegeben. Dieses Prüfverfahren schließt den Einfluss von Reizstoffen auf die Augen aus.

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

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 Dokument festgelegten Verfahren erhaltenen Ergebnisse beruhen auf einer Beanspruchung mit den spezifischen Bestrahlungsstärken von 25 kW/m<sup>2</sup> und 50 kW/m<sup>2</sup>.

## 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 291, *Plastics — Standard atmospheres for conditioning and testing*

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.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken zur 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 vorgefertigtes Teil

Element aus mehreren Werkstoffen (3.6) und/oder Verbundstoffen (3.2)

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

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

### 3.2

#### **Verbundstoff**

Kombination von Werkstoffen (3.6), die in Baukonstruktionen im Allgemeinen als einheitliches Ganzes (discrete 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 um nicht mehr als 1 mm überschritten wird

### 3.4

#### **freiliegende Oberfläche**

Oberfläche des Erzeugnisses (3.9), 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 Lichtschwächung durch Rauch, bezogen auf den Masseverlust des Werkstoffs (3.6)

### 3.8

#### **optische Rauchdichte**

##### **D**

Maß für den Grad der Lichtschwächung durch Rauch als der negative dekadische Logarithmus der relativen Lichttransmission

### 3.9

#### **Erzeugnis**

Werkstoff (3.6), Verbundstoff (3.2) oder vorgefertigtes Teil (3.1), 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 (3.9) aus der freiliegenden Fläche des Probekörpers (3.11) 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 einer Trägerplatte oder einer Oberflächenbeschichtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Probekörper darf einen Luftspalt besitzen.

### 3.12

#### **aufschäumender Werkstoff**

Werkstoff (3.6), der sich über die übliche thermische Ausdehnung unter Einwirkung der gewöhnlich durch den Brand entwickelten Wärme hinaus ausdehnt

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Allgemeinen wird ein Werkstoff, der während der Prüfung mit der Kegelheizeinrichtung bei einem Abstand von 25 mm zum Probekörper eine ausgedehnte Dickenstruktur > 10 mm entwickelt, als aufschäumender Werkstoff angesehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Definition wurde nach ISO 10294-5 übernommen.

## 4 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Probekörper des Erzeugnisses werden waagrecht in einer Prüfkammer angeordnet und auf ihren oberen Oberflächen einer Wärmestrahlung mit ausgewählten konstanten Bestrahlungsstärken bis  $50 \text{ kW/m}^2$  ausgesetzt.

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

## 5 Eignung eines Werkstoffs oder Erzeugnisses für die Prüfung

### 5.1 Geometrische Verhältnisse des Werkstoffs oder Erzeugnisses

**5.1.1** Das Verfahren ist auf im Wesentlichen ebene Werkstoffe, Erzeugnisse, Verbundstoffe oder 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 Gesamtdicke oder Dicke der einzelnen Schichten), der Masse und Zusammensetzung des Werkstoffs; daher gelten die nach diesem Verfahren ermittelten Ergebnisse nur für die jeweils untersuchte Werkstoff- oder Erzeugnisdicke.

**5.1.3** Es ist nicht möglich, die spezifische optische Dichte für eine bestimmte Dicke eines Werkstoffs oder Erzeugnisses aus der spezifischen optischen Dichte einer anderen Werkstoff- oder Erzeugnisdicke zu errechnen.

### 5.2 Oberflächenmerkmale

Ein Werkstoff oder Erzeugnis eignet sich für die Prüfung, wenn er/es eine der folgenden Eigenschaften aufweist:

- a) eine im Wesentlichen ebene freiliegende Oberfläche;
- b) eine Oberflächenunebenheit, die sich gleichmäßig über die freiliegende Oberfläche erstreckt, vorausgesetzt, dass
  - 1) sich mindestens 50 % der Oberfläche einer repräsentativen Fläche von  $100 \text{ mm}^2$  innerhalb einer Tiefe von 10 mm ab einer Ebene befinden, die durch die höchsten Punkte der freiliegenden Oberfläche gemessen wird, oder
  - 2) bei Oberflächen, die Risse, Sprünge oder Löcher von höchstens 8 mm Breite oder höchstens 10 mm Tiefe aufweisen, die Gesamtfläche solcher Risse, Sprünge oder Löcher an der Oberfläche nicht mehr als 30 % einer für die freiliegende Oberfläche repräsentativen Fläche von  $100 \text{ mm}^2$  beträgt.

Wenn eine freiliegende Oberfläche nicht den Anforderungen nach 5.2 a) bzw. 5.2 b) entspricht, muss der Werkstoff oder das Erzeugnis in einer abgeänderten Form mit möglichst enger Übereinstimmung mit den Anforder-

rungen nach 5.2 geprüft werden. Der Prüfbericht muss die Angabe, dass der Werkstoff oder das Erzeugnis in einer abgeänderten Form geprüft wurde, sowie eine eindeutige Beschreibung der Änderung enthalten.

### 5.3 Asymmetrische Erzeugnisse

Es besteht die Möglichkeit, dass ein für diese Prüfung vorgelegtes Erzeugnis unterschiedliche Oberflächen besitzt oder Schichten aus unterschiedlichen Werkstoffen enthält, die in Bezug auf die beiden Flächen in unterschiedlicher Reihenfolge angeordnet sind. Falls eine der beiden Flächen bei der Anwendung innerhalb eines Raums, einer Kavität oder eines Hohlraums beansprucht werden können, müssen beide Flächen geprüft werden.

## 6 Aufbau und Vorbereitung der Probekörper

### 6.1 Anzahl der Probekörper

**6.1.1** Wenn unter allen vier Bedingungen zu prüfen ist, muss die Probe mindestens 12 Probekörper umfassen, wovon sechs Probekörper bei  $25 \text{ kW/m}^2$  (drei mit und drei ohne Zündflamme) und sechs Probekörper bei  $50 \text{ kW/m}^2$  (drei mit und drei ohne Zündflamme) geprüft werden müssen.

Sind weniger als vier Bedingungen zu prüfen, müssen mindestens drei Probekörper je Bedingung geprüft werden.

**6.1.2** Entsprechend den Anforderungen nach 5.2 muss für jede zu untersuchende Fläche eine zusätzliche Anzahl von Probekörpern nach 6.1.1 angewendet werden.

**6.1.3** Weitere 12 Probekörper (d. h. drei Probekörper für jede Prüfbedingung) müssen in Reserve gehalten werden, falls die in 10.9 festgelegten Bedingungen zutreffen.

**6.1.4** Im Fall maßunbeständiger Werkstoffe (siehe 6.6) ist es erforderlich, einen Vorversuch mit einer Kegelheizeinrichtung bei einem Abstand von 50 mm zum Probekörper durchzuführen, sodass mindestens zwei zusätzliche Probekörper erforderlich sind.

### 6.2 Größe der Probekörper

**6.2.1** Die Probekörper müssen quadratisch sein mit einer Seitenlänge von  $(75 \pm 1) \text{ mm}$ .

**6.2.2** Werkstoffe mit einer Nenndicke von 25 mm oder weniger müssen über ihre gesamte Dicke bewertet werden. Für Vergleichsprüfungen müssen Werkstoffe untersucht werden, deren Dicke  $(1,0 \pm 0,1) \text{ mm}$  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 deren endgültiger Anwendung entsprechen.

**6.2.3** Werkstoffe, deren Dicke 25 mm überschreitet, müssen so geschnitten werden, dass sich eine Probekörperdicke von  $(25 \pm 0,1) \text{ mm}$  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 Kernmaterialien und Deckschichten aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen, müssen nach 6.2.3 vorbereitet werden (siehe auch 6.3.2).

### 6.3 Vorbereitung der Probekörper

**6.3.1** Der Probekörper muss repräsentativ für den Werkstoff sein und entsprechend den Verfahren nach 6.3.2 und 6.3.3 vorbereitet werden. 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 müssen aufgezeichnet werden.

**6.3.2** Werden flache Profile statt gewölbter, profilierter oder speziell geformter Probekörper mit gleicher Dicke und Zusammensetzung untersucht, 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 Anstrichen und Klebstoffen, auf dem bei der praktischen Anwendung benutzten Träger- oder Kernmaterial untersucht, müssen die Probekörper nach dem üblichen Verfahren vorbereitet werden; in diesen Fällen müssen das Verfahren zum Aufbringen der Beschichtung, die Anzahl der Schichten und die Art des Trägerwerkstoffs im Prüfbericht angegeben werden.

**6.3.4** Dieses Prüfverfahren hat sich für Anwendungen außerhalb des Bereichs der Kunststoffe oder für abgewandelte Erzeugnisse in der Form ihrer Endanwendung als geeignet erwiesen. Die besonderen Probenahmebedingungen für solche Fälle werden in Anhang F vorgeschlagen.

## **6.4 Vorbehandlung**

**6.4.1** Vor der Prüfung müssen die Probekörper bei  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  und einer relativen Luftfeuchte von  $(50 \pm 5) \%$  nach ISO 291 bis zur Massenkonstanz konditioniert werden.

Die konstante Masse gilt als erreicht, wenn zwei im Abstand von 24 h aufeinander folgende Wägungen sich um nicht mehr als 0,1 % der Probekörpermasse oder um nicht mehr als 0,1 g unterscheiden, je nachdem, welcher Wert der größere ist. Werkstoffe, die eine Konditionierungszeit von über einer Woche erfordern, um einen Gleichgewichtszustand zu erreichen, wie beispielsweise Polyamide, dürfen nach einer durch den Auftraggeber (en: sponsor) festgelegten Zeitspanne geprüft werden. Diese Zeitspanne muss mindestens eine Woche betragen und im Prüfbericht beschrieben werden.

**6.4.2** 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, sicherzustellen, dass die Anforderungen nach 6.5 eingehalten werden.

## **6.5 Umhüllen der Probekörper**

**6.5.1** Die Rückseite, alle Seitenflächen und die Randbereiche der Vorderseite jedes Probekörpers müssen mit jeweils einem einzelnen Bogen Aluminiumfolie (von etwa 0,04 mm Dicke) mit der matten Seite der Folie in Kontakt mit dem Probekörper so umhüllt werden, dass in der Mitte der Vorderseite eine Beanspruchungsfläche von 65 mm × 65 mm frei bleibt. Es muss darauf geachtet werden, dass die Folie beim Umhüllen nicht durchstoßen wird oder unnötige Falten eingebracht werden. Die Folie muss so gefaltet werden, dass der Verlust des abgeschmolzenen Werkstoffs am Boden der Probekörperhalterung minimiert wird. Nach dem Einsetzen des Probekörpers in dessen Halterung muss jegliche überschüssige Folie entlang der Vorderkanten abgeschnitten werden.

**6.5.2** Umhüllte Probekörper mit einer Dicke von bis zu 12,5 mm müssen mit einer Schicht aus einer nichtbrennbaren Dämmplatte mit einer Trockenrohdichte von  $(850 \pm 100) \text{ kg/m}^3$  und einer Nenndicke von 12,5 mm sowie mit einer Schicht aus feuerfesten Fasern mit geringer Dichte (Nenndichte  $65 \text{ kg/m}^3$ ) unter der nichtbrennbaren Dämmplatte verstärkt werden.

Umhüllte Probekörper mit einer Dicke von mehr als 12,5 mm, jedoch weniger als 25 mm, müssen mit einer Dämmschicht aus feuerfesten Fasern mit geringer Dichte (Nenndichte  $65 \text{ kg/m}^3$ ) verstärkt werden.

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

**6.5.3** Mit Aluminiumfolie umhüllte Probekörper aus elastischen Werkstoffen müssen so in die Halterung eingebracht werden, dass die freiliegende Oberfläche mit der Innenseite der Öffnung der Probekörperhalterung in einer Ebene liegt. Werkstoffe, deren freiliegende Oberflächen uneben sind, dürfen nicht über die Ebene der Öffnung der Probekörperhalterung überstehen.

**6.5.4** Wenn sich dünne, undurchlässige Probekörper, z. B. thermoplastische Folien, während der Prüfung durch zwischen Folie und Unterlage eingeschlossene Gase aufblähen, muss eine im Wesentlichen ebene Oberfläche beibehalten werden, indem zwei oder drei Schnitte (von 20 mm bis 40 mm Länge) in die Folie eingebracht werden, die als Lüftungsschlitze dienen.

## **6.6 Maßunbeständige Werkstoffe**

Proben, die so aufschäumen oder sich verformen, dass sie die Zündflamme vor dem Entzünden berühren oder die Höhe der Grundplatte der Heizeinrichtung nach dem Entzünden erreichen, müssen mit einem Abstand von 50 mm zwischen der Grundplatte der Kegelheizeinrichtung und der oberen Probekörperoberfläche geprüft werden. In diesem Fall muss die Kalibrierung der Heizeinrichtung (siehe 9.8) mit dem 50 mm unterhalb der Grundplatte der Kegelheizeinrichtung angeordneten Wärmestrommessgerät erfolgen. Es muss beachtet werden, dass die mit diesem Abstand gemessene Zeit bis zur Entzündung nicht mit dem im Abstand von 25 mm gemessenen Wert vergleichbar ist. Wenn der Probekörper bei der Prüfung mit einem Abstand von 50 mm zwischen der Grundplatte der Kegelheizeinrichtung und der oberen Probekörperoberfläche weiterhin so aufschäumt oder sich verformt, dass er die Zündflamme vor dem Entzünden berührt oder die obere Probekörperoberfläche die Höhe der Grundplatte der Kegelheizeinrichtung erreicht, ist er nicht für die Prüfung nach diesem Dokument geeignet.

Sonstige maßunbeständige Erzeugnisse, z. B. sich während der Prüfung verformende oder schrumpfende Erzeugnisse, müssen zur Verhinderung übermäßiger Bewegung gehalten werden. Das muss mittels 4 Bindedrähten erfolgen, wie nachstehend angegeben. Metalldrähte mit einem Durchmesser von  $(1,0 \pm 0,1)$  mm und einer Länge von mindestens 350 mm müssen verwendet werden. Die Probe muss entsprechend dem Standardverfahren nach 6.3 vorbereitet werden. Ein Bindedraht wird dann so um die Probenhalterung und den Halterahmen gewunden, dass er parallel und in annähernd 20 mm Abstand zu einer der 4 Seiten der Rahmenbaugruppe liegt. Die Drahtenden werden so verdreht, dass der Draht fest gegen den Halterahmen gezogen wird. Über den verdrehten Teil überstehender Draht wird vor der Prüfung abgeschnitten. Die 3 verbliebenen Drähte müssen in vergleichbarer Weise jeweils parallel zu einer der drei verbliebenen Seiten um die Probekörperhalterung und den Halterahmen gelegt werden.

Werkstoffe, die sich so stark verformen, dass sie nicht durch 4 Drähte gehalten werden können, sollten unter Verwendung des feinen Drahtnetzes aus Drähten von  $(0,8 \pm 0,1)$  mm in Abständen von  $(20 \pm 2)$  mm geprüft werden.

Bei Werkstoffen, die in einer Flüssigphase so aufschäumen, dass geschmolzener Werkstoff über den Rand des Rahmens oder zwischen Abschlussrahmen und Probekörperhalterung fließt, wird die Prüfung ungültig. Diese Werkstoffe sollten daher ohne den Abschlussrahmen geprüft und mit Aluminiumfolie von 0,1 mm Dicke umhüllt werden, die 10 mm über die Oberkante des Probekörpers übersteht.

## **7 Geräte und Hilfsmittel**

### **7.1 Allgemeines**

Die Prüfeinrichtung (siehe Bild 1) muss aus einer luftdichten Prüfkammer mit Vorkehrungen für die Aufnahme von Probekörperhalterung, Strahlungskegel, Zündflammenbrenner, Lichtübertragungs- und Lichtmesssystem sowie anderen Hilfseinrichtungen zur Überwachung der Betriebsbedingungen während der Prüfung 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 aufweisen: Breite  $(914 \pm 3)$  mm, Höhe  $(914 \pm 3)$  mm und Tiefe  $(610 \pm 3)$  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. Die Tür der Kammer muss eine gesamte Seite der Rauchkammer einnehmen. 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. Sonstige Werkstoffe können in Betracht gezogen werden, sofern sie zum Bersten des Explosionsschutzes unter denselben Druckbedingungen wie die Aluminiumfolie führen.

Der Explosionsschutz darf durch Maschendraht aus nichtrostendem Stahl geschützt werden. Es ist wichtig, dass der Maschendraht mindestens 50 mm vom Explosionsschutz entfernt ist, um im Fall einer Explosion keine Behinderung darzustellen.

**7.2.1.2** Zwei optische Fenster mit jeweils 75 mm Durchmesser, deren Lage in Bild 2 gezeigt ist, müssen in der oberen und unteren Fläche der Prüfkammerwand so angebracht werden, dass die Fensterinnenflächen mit der Außenseite der Prüfkammerauskleidung bündig abschließen. Die untere Fläche des Fensters im Boden muss mit einer ringförmigen elektrischen Heizeinrichtung mit einer Leistung von etwa 9 W versehen werden, welche die obere Oberfläche dieses Fensters bei einer Temperatur halten kann, die ausreicht, um eine Kondensation des Rauchs an dieser Fläche auf ein Mindestmaß zu begrenzen (eine Temperatur von  $50\text{ °C}$  bis  $55\text{ °C}$  hat sich als geeignet erwiesen); die Heizeinrichtung muss am Umfang des Fensters so angebracht werden, 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** In der Prüfkammer müssen weitere Öffnungen für die Versorgungsleitungen wie festgelegt und erforderlich angebracht werden. Sie müssen verschließbar sein, sodass 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 standzuhalten als der Explosionsschutz.

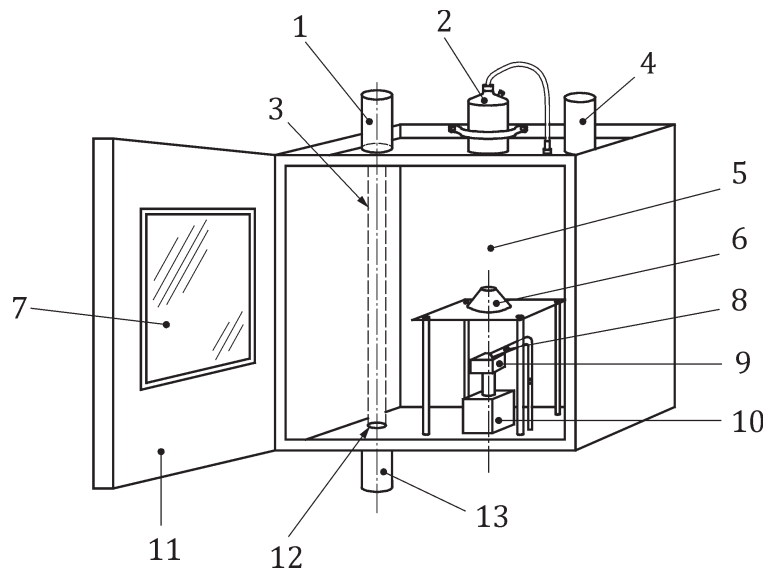
**7.2.1.4** In der Vorderseite der Kammer (in Richtung des oberen Kammerbereichs) oder in der Kammerdecke muss eine verschließbare Lufteinlassöffnung mit Abstand zum Strahlungskegel vorgesehen werden; im Boden der Kammer muss eine verschließbare Luftauslassöffnung vorgesehen werden, die mit einem Absauggebläse verbunden ist, das einen Unterdruck von mindestens 0,5 kPa (50 mm Wassersäule) erzeugen kann. Die Auslassöffnung des Absauggebläses sollte mit dem Lüftungssystem des Laboratoriums verbunden sein, üblicherweise über eine flexiblen Schlauchleitung von 50 mm bis 100 mm Durchmesser.

### **7.2.2 Einrichtungen zur Begrenzung des Drucks in der Prüfkammer**

Vorkehrungen zur Regelung des Drucks innerhalb der Prüfkammer müssen vorgesehen werden. Ein Druckmessgerät mit einem Messbereich bis 1,5 kPa (150 mm Wassersäule) muss zum Anschluss an einen Druckregler und ein durch die obere Prüfkammerwand geführtes Rohr vorgesehen werden. Das Druckmessgerät kann entweder 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 und einer flexiblen Schlauchleitung mit einem Durchmesser von 25 mm, die 100 mm tief ins Wasser eingetaucht wird;

das andere Schlauchende wird mit dem Druckmessgerät und der Prüfkammer verbunden. Der Druckregler muss durch das Lüftungssystem entlüftet werden.



**a) Schematische Darstellung einer typischen Prüfeinrichtung**

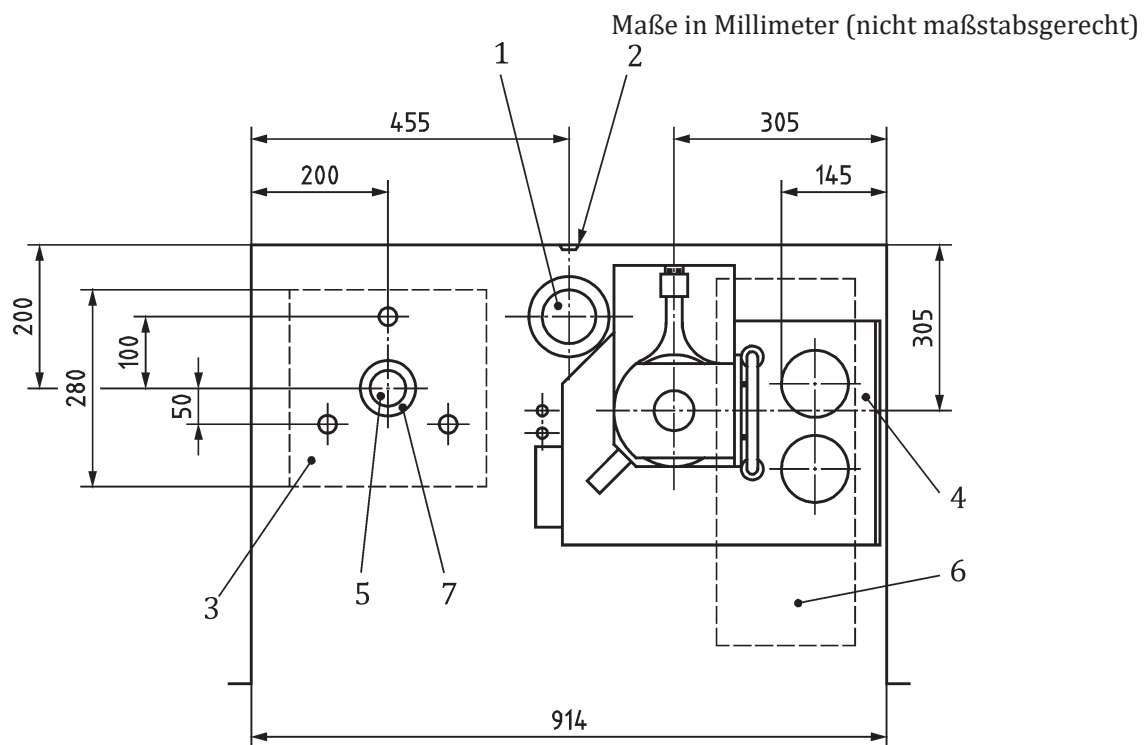


**b) Typisches Beispiel für eine Prüfeinrichtung**

**Legende**

- |                                                                                                                   |                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 optisches Messsystem                                                                                            | 7 Fenster                                  |
| 2 Druckregler                                                                                                     | 8 Zündflammenbrenner                       |
| 3 Lichtweg                                                                                                        | 9 Probekörper in Probekörperhalterung      |
| 4 obere Lufteinlassöffnung (oberer Bereich) und untere Luftauslassöffnung, verbunden mit Absauggebläse (am Boden) | 10 Wägeeinrichtung                         |
| 5 Kammer                                                                                                          | 11 über gesamte Vorderseite öffnende Tür   |
| 6 Kegelheizeinrichtung                                                                                            | 12 im Boden angebrachtes optisches Fenster |
|                                                                                                                   | 13 Lichtquelle                             |

**Bild 1 — Prüfeinrichtung**

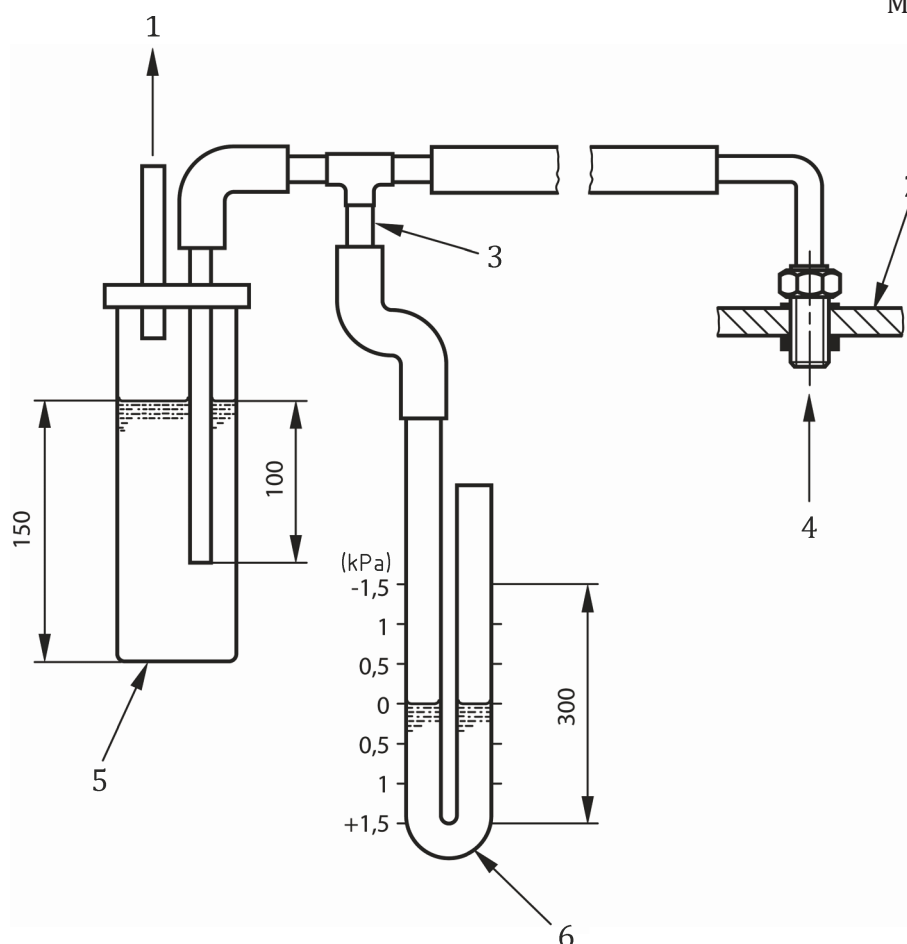


#### Legende

- 1 Luftauslassöffnung
- 2 Thermoelement an der Wand
- 3 optische Plattform
- 4 Strahlungskegel-Baugruppe
- 5 optisches Fenster
- 6 Explosionsschutz
- 7 Heizeinrichtung für das optische Fenster

**Bild 2 — Typische Prüfkammer in der Draufsicht**

Maße in Millimeter



### Legende

- 1 zum Lüftungssystem
- 2 Decke der Prüfkammer
- 3 Verengung der Leitung, um das Ausblasen der Kammer zu verhindern
- 4 Abfluss aus der Prüfkammer
- 5 Wassergefäß
- 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 im geometrischen Mittelpunkt 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. Das Thermoelement muss mit einer Aufzeichnungs- oder Messeinrichtung verbunden sein und das System 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  $(55 \pm 1)$  mm und einen unteren Innendurchmesser von  $(110 \pm 3)$  mm haben. Sie muss aus zwei Schichten von 1 mm dickem, nichtrostendem Stahl bestehen, zwischen denen eine 10 mm dicke Dämmschicht aus einer Keramikfaser mit einer Nenndichte von  $100 \text{ kg/m}^3$  eingebracht ist. Das Heizelement muss am oberen und unteren Ende der Abschirmung befestigt sein.

**7.3.1.2** Der Strahlungskegel muss eine Bestrahlungsstärke in einem Bereich von  $10 \text{ kW/m}^2$  bis  $50 \text{ kW/m}^2$  am Mittelpunkt der Probekörperoberfläche aufbringen können.

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

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

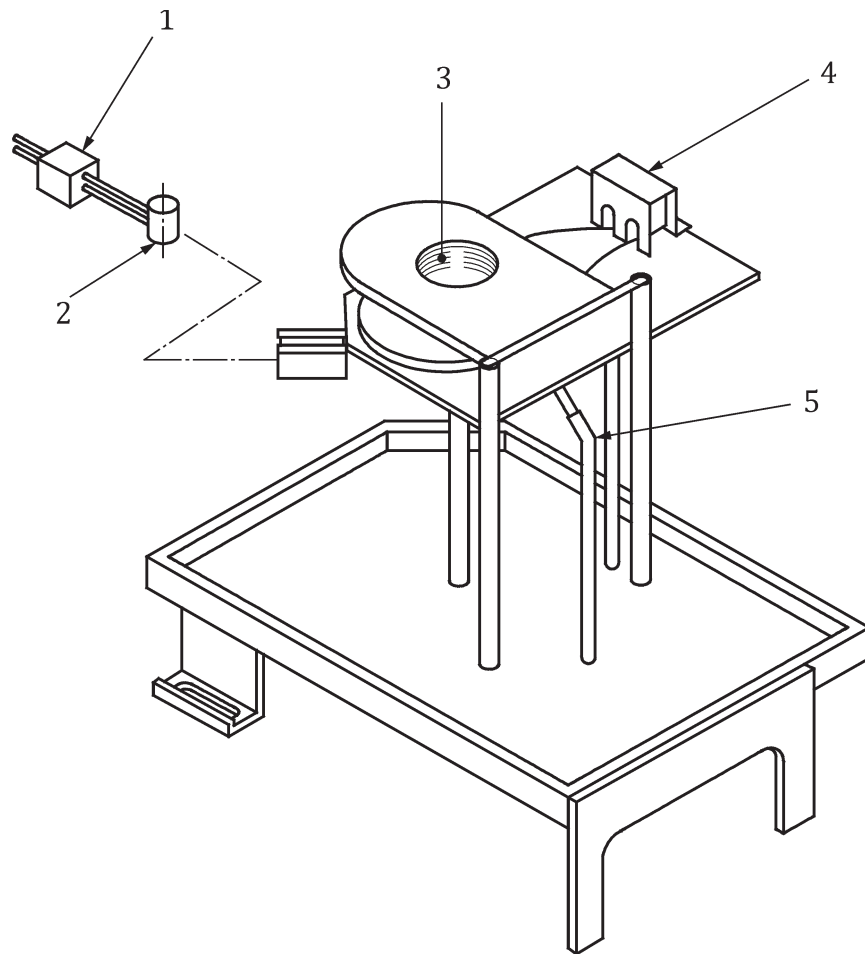
**ANMERKUNG** Der Temperaturbereich der Heizeinrichtung zum Prüfen bei einem Abstand von 50 mm zwischen dem Rand des Strahlungskegels und dem Probekörper ist in Tabelle D.3 angegeben.

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, parallel zum Temperaturregler verdrahtet und ein Drittel von der oberen Kegeloberfläche entfernt angeordnet sein.

Obgleich eine Anschnittsteuerung zum Temperaturregler des Strahlungskegels zugelassen ist, sollte beachtet werden, dass sie im Allgemeinen elektrische Filterung erfordert, um die Gefahr von Signallinien mit kleiner Amplitude zu vermeiden.

### **7.3.2 Gestell für Strahlungskegel, Probekörperhalterung und Wärmestrommessgerät**

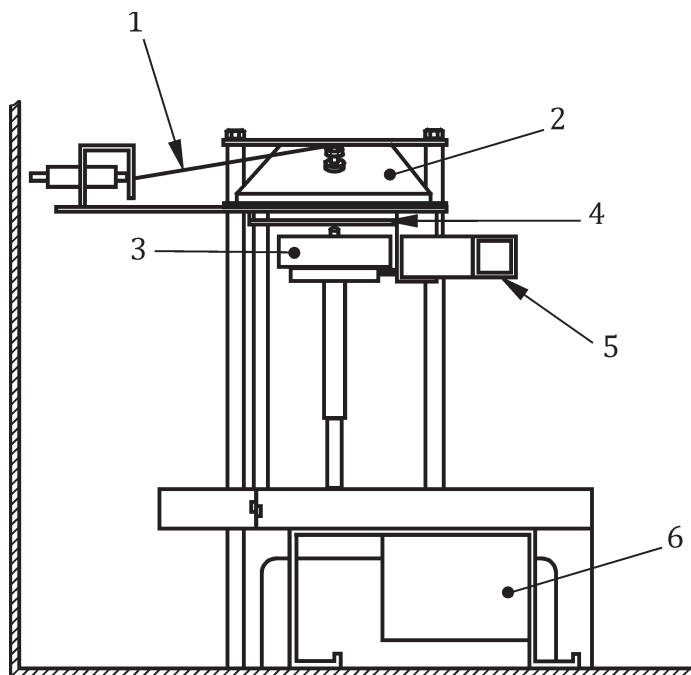
Der Strahlungskegel muss mit Hilfe der senkrechten Stäbe auf dem Trägestell so angeordnet und befestigt werden, dass sich bei nicht aufschäumenden Werkstoffen der untere Rand der Strahlungskegelabschirmung  $(25 \pm 1)$  mm über der oberen Probekörperoberfläche befindet, wenn der Probekörper waagrecht 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.



### Legende

- 1 Halterung des Wärmestrommessgerätes
- 2 Wärmestrommessgerät
- 3 Heizelement
- 4 Thermoelement mit Halterung und Abschirmung
- 5 Zündflammenbrenner

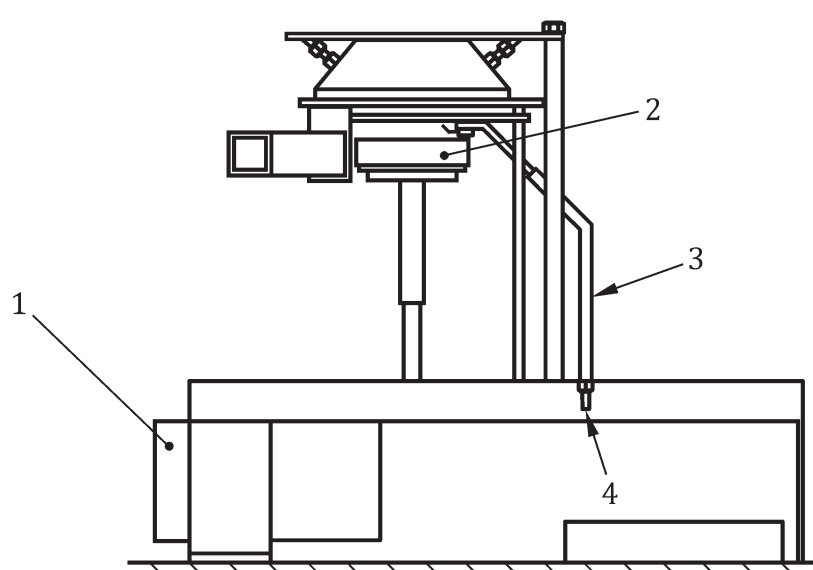
**Bild 4 — Typisches Gestell für Strahlungskegel, Probekörperhalterung und Wärmestrommessgerät**



**Legende**

- 1 Thermoelement
- 2 Strahlungskegel
- 3 Probekörperhalterung
- 4 Strahlungsunterbrecherschild
- 5 Halterung des Wärmestrommessgerätes
- 6 Gehäuse der Zündfunkeneinrichtung

**Bild 5 — Typische Anordnung von Strahlungskegel, Probekörperhalterung und Unterbrecherschild des Strahlungskegels (Seitenansicht)**



### Legende

- 1 Gehäuse der Zündfunkeneinrichtung
- 2 Probekörperhalterung
- 3 Zündflammenbrenner und Zündelektrode
- 4 Propan- und Lufteinlass

**Bild 6 — Typische Anordnung von Strahlungskegel, Probekörperhalterung und Unterbrecherschild des Strahlungskegels (Vorderansicht)**

### 7.3.3 Strahlungsunterbrecherschild

Ein fernbedienbarer Schild aus Metall und/oder einem anorganischen Werkstoff (siehe Bild 5 und Bild 6) mit einem Minstdurchmesser von 130 mm muss vorgesehen und so angeordnet werden, dass seine obere Oberfläche (in Einbaulage) zwischen der Grundplatte des Strahlungskegels und der Probekörperoberfläche (sowie über dem Zündflammenbrenner) liegt, um die Bestrahlung des Probekörpers vor und nach der erforderlichen Expositionsdauer zu unterbrechen.

**ANMERKUNG** Diese Einrichtung ist erforderlich, um die Durchführung wiederholter Prüfungen ohne Ausschalten des Strahlungskegels zu ermöglichen.

### 7.3.4 Wärmestrommessgerät

**7.3.4.1** Das Wärmestrommessgerät muss der Thermosäulenausführung (nach Schmidt-Boelter) entsprechen und einen Auslegungsmessbereich von mindestens  $50 \text{ kW/m}^2$  aufweisen. Das Gehäuse muss einen Außendurchmesser von etwa 12,7 mm aufweisen. Die Strahlung muss auf eine ebene, kreisförmige Zielfläche mit einem Durchmesser von etwa 10,0 mm (siehe Bild 4) auftreffen, die mit einer dauerhaften, matten, schwarzen Deckschicht beschichtet ist. Die Zielfläche muss wassergekühlt werden.

**7.3.4.2** Das Wärmestrommessgerät muss direkt mit einer geeigneten Aufzeichnungseinrichtung oder einem Messgerät nach 7.8.6 verbunden werden, sodass es nach Kalibrierung Wärmeströme von  $25 \text{ kW/m}^2$  und  $50 \text{ kW/m}^2$  auf  $\pm 1 \text{ kW/m}^2$  aufzeichnen kann.

Falls die verwendete Aufzeichnungseinrichtung nur Ausgangswerte in mV anzeigt, muss eine Umrechnung in  $\text{kW/m}^2$  durchgeführt werden, indem ein für das jeweilige Wärmestrommessgerät spezifischer Faktor (oder gegebenenfalls eine Gleichung) angewendet wird.

**7.3.4.3** Das Wärmestrommessgerät muss durch Vergleich seiner Anzeige mit der eines Primärnormals nach Anhang A kalibriert werden, wobei es Wärmeströmen von  $(25 \pm 1) \text{ kW/m}^2$  und  $(50 \pm 1) \text{ kW/m}^2$  ausgesetzt wird, die als Mittelwert über der 10-mm-Durchmesserfläche des Wärmestrommessgerätes bestimmt werden.

### 7.3.5 Probekörperhalterung

Einzelheiten der Probekörperhalterung sind in Bild 7 dargestellt. Die Grundfläche muss mindestens 10 mm dick mit einer Dämmschicht aus feuerfesten Fasern mit geringer Dichte (Nennichte  $65 \text{ kg/m}^3$ ) ausgekleidet sein (sofern nicht der Probekörper 25 mm dick ist; siehe 6.5.2). Es muss stets ein Halterahmen verwendet werden, um das nicht repräsentative Brennen von Verbundstoff-Probekörpern an den Rändern zu verringern. Das Anheben des Halterahmens sowie das Berühren der Zündflamme müssen vermieden werden. Wenn eine derartige Gefahr besteht, werden Löcher in die Halterung/den Rahmen gebohrt und zwei Schrauben zum Fixieren des Halterahmens verwendet.

Maße in Millimeter

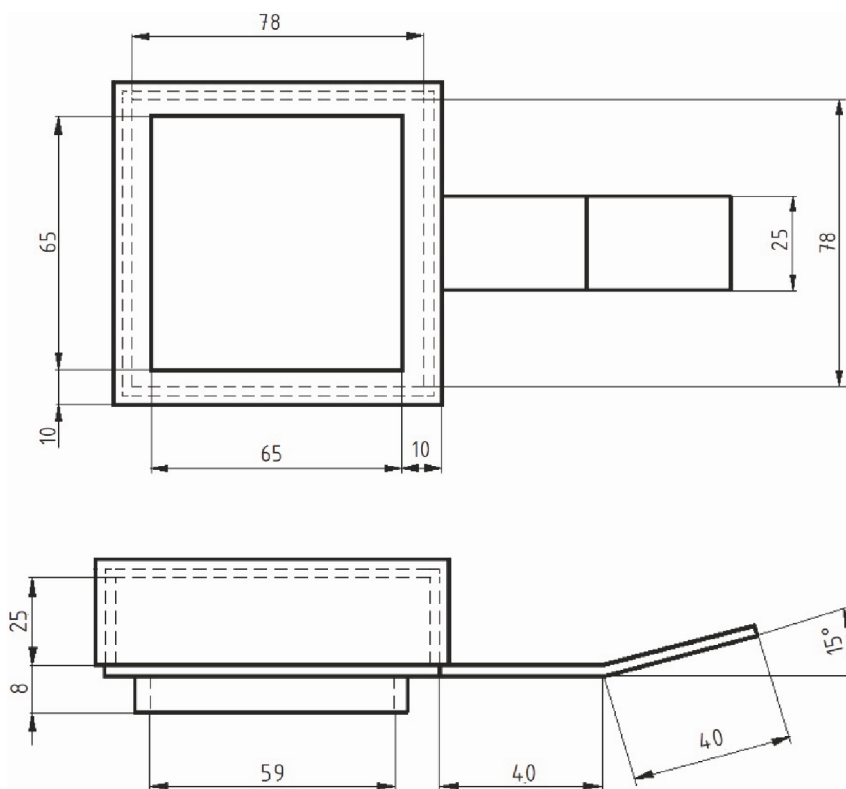


**Bild 7 — Probekörperhalterung**

### 7.3.6 Zündflammenbrenner

Der in Bild 6 dargestellte einflammige Brenner muss eine waagerechte horizontale Flammenlänge von  $(30 \pm 5) \text{ mm}$  aufweisen und bei nicht aufschäumenden Werkstoffen waagerecht 10 mm über der oberen Probekörperfläche angeordnet werden. Bei aufschäumenden Werkstoffen muss der Brenner 15 mm unterhalb der Unterkante der Kegelheizeinrichtung angeordnet werden. Die Flammenfarbe muss blau sein und eine gelbe Spitze haben. Eine kleine Zündfunkeneinrichtung muss in der Nähe des Brennerrohres angeordnet werden, sodass die Flamme durch die Bedienperson entzündet werden kann, ohne die Tür der Prüfkammer zu öffnen.

Die Düse des Zündflammenbrenners muss senkrecht über dem Mittelpunkt eines der Ränder der Öffnung am oberen Ende des Halterahmens ausgerichtet sein, damit sich die Flamme waagerecht in Richtung eines Punktes über der Probekörpermitte ausdehnt.

## 7.4 Gasversorgung

Der Brenner muss mit Propan mit einer Reinheit von mindestens 95 % unter einem Mindestdruck von  $(3,5 \pm 1)$  kPa  $[(350 \pm 100)$  mm Wassersäule] und mit Luft unter einem Druck von  $(170 \pm 30)$  kPa  $[(17 \pm 3)$  m Wassersäule] versorgt werden. Jedes Gas muss über Nadelventile und Durchflussmessgeräte an eine Stelle geleitet werden, an der die Gase gemischt und dann dem Brenner zugeführt werden. Das Durchflussmessgerät für die Propanzufuhr muss  $100 \text{ cm}^3/\text{min}$  und das Messgerät für die Luftzufuhr muss  $500 \text{ cm}^3/\text{min}$  messen können.

## 7.5 Photometriesystem

### 7.5.1 Allgemeines

Das Photometriesystem muss aus einer Lichtquelle nach 7.5.2, einer Linse in einem lichtundurchlässigen Gehäuse unterhalb des optischen Fensters im Boden der Prüfkammer sowie einem Photodetektor mit Linse, Filtern und Blende nach 7.5.3 in einem lichtundurchlässigen Gehäuse oberhalb des optischen Fensters im oberen Teil der Prüfkammer bestehen.

In Bild 8 ist eine schematische Darstellung eines typischen Systems dargestellt. Einrichtungen zur Regelung der von der Lichtquelle abgegebenen Leistung und zur Messung der auf den Photodetektor auftreffenden Lichtmenge müssen vorgesehen werden.

### 7.5.2 Quelle für diffuses Licht

Als Lichtquelle muss eine 6,5-V-Glühlampe verwendet werden. Die Lampe muss so mit Strom versorgt werden, dass die mit einem Voltmeter bestimmte Spannung über die Lampe bei  $(4 \pm 0,2)$  V gehalten wird. Die Lampe muss in das untere lichtundurchlässige Gehäuse eingebaut werden zusammen mit einer Linse, die ein paralleles Lichtbündel mit einem Durchmesser von 51 mm auf das optische Fenster im Boden der Prüfkammer richtet und hindurchtreten lässt, sowie mit einer Einrichtung zum Regeln von Richtung und Durchmesser des parallelen Strahlenbündels. Das Gehäuse muss mit einer Abdeckung versehen werden, die abnehmbar ist, sodass die Linse verstellt werden kann.

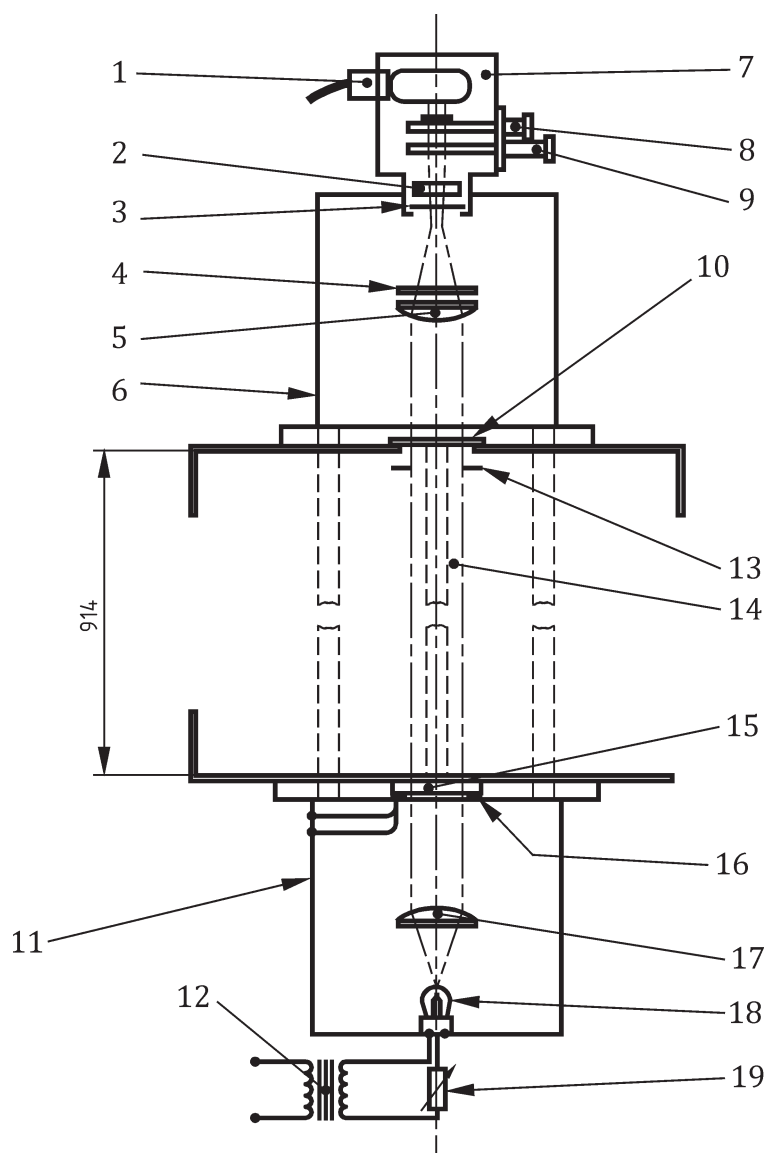
### 7.5.3 Photodetektor

**7.5.3.1** Das Lichtmesssystem muss aus einem Photoelektronenvervielfacher bestehen, der mit einem Mehrbereichsverstärker und einer Aufzeichnungseinrichtung nach 7.8.6 verbunden und in der Lage ist, durchgehend die relative Lichtintensität über die Zeit als prozentuale Transmission über mindestens fünf Größenordnungen mit einer spektralen Empfindlichkeit S-4 zu messen, die mit der des menschlichen Auges vergleichbar ist, sowie einen Dunkelstrom kleiner als  $10^{-9}$  A. Das System muss ein lineares Ansprechverhalten hinsichtlich der Transmission und eine Fehlergrenze von weniger als  $\pm 3$  % der maximalen Ablesung in jedem Bereich haben.

Bei der Auswahl der entsprechenden Photoelektronenvervielfacher muss gegebenenfalls die Mindestempfindlichkeit eine 100%ige Ablesung zulassen, wenn im Lichtweg ein 0,5-Graufilter und ein ND-2-Filter zur Bereichseinstellung (siehe 7.5.3.2) vorhanden sind. Die Geräteanzeige muss unter den jeweils vorhandenen Bedingungen über den vollen Bereich jeder Skale einstellbar sein.

**ANMERKUNG** Die geforderte Messgenauigkeit des Photodetektors mit einem Photoelektronenvervielfacher kann einfacher erreicht werden, wenn die Messsysteme Skalenbereiche von 30, 3, 0,3 usw. sowie Bereiche von 100, 10, 1 usw. umfassen.

Maße in Millimeter



### Legende

- |                                            |                                             |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 Photoelektronenvervielfacher und Fassung | 11 unteres Gehäuse für das optische System  |
| 2 Opalglasfilter (wahlfrei)                | 12 Transformator                            |
| 3 Aperturblende                            | 13 lichtundurchlässige Schablone            |
| 4 Graufilter zur Kompensation              | 14 paralleles Lichtbündel                   |
| 5 Linse                                    | 15 optisches Fenster                        |
| 6 Gehäuse für das optische System          | 16 Heizeinrichtung für das optische Fenster |
| 7 oberes Gehäuse für das optische System   | 17 Linse                                    |
| 8 Filter (ND-2) zur Bereichseinstellung    | 18 Lichtquelle                              |
| 9 Blende                                   | 19 einstellbarer Widerstand                 |
| 10 optisches Fenster                       |                                             |

**Bild 8 — Beispiel eines Photometriesystems mit einem Photoelektronenvervielfacher**

**7.5.3.2** Der Photoelektronenvervielfacher muss im oberen Bereich des Photodetektorgehäuses untergebracht werden. Darunter muss sich ein vorgefertigtes Teil befinden, das die Positionierung eines Filters und einer Blende innerhalb oder außerhalb des Weges des parallelen Lichtbündels ermöglicht. Das für die Bereichseinstellung vorgesehene Filter (ND-2) muss ein Grauglasfilter mit einer optischen Nennlichtdichte von

2 sein. In der geschlossenen Stellung muss die Blende verhindern, dass das Licht in der Prüfkammer den Photoelektronenvervielfacher erreicht. Unterhalb der Blende darf wahlweise ein Opalglasfilter dauerhaft angebracht werden.

**7.5.3.3** Der untere Bereich des oberen Gehäuses muss eine Linse mit einem Durchmesser größer als 51 mm enthalten, die so eingestellt werden kann, dass das parallele Lichtbündel zu einem kleinen, intensiven Lichtpunkt auf der zwischen oberem und unterem Gehäuseteil vorhandenen Aperturblende fokussiert wird. Oberhalb der Linse muss es eine Halterung für ein oder mehrere Kompensationsfilter geben, die aus einem Satz von neun Graufiltern ausgewählt werden, deren optische Dichte in Schritten von 0,1 zwischen 0,1 und 0,9 variiert. Das Gehäuse muss mit einer abnehmbaren Abdeckung versehen werden, sodass die Linsenposition verstellt und Filter eingesetzt oder entnommen werden können.

**7.5.3.4** Zum Kalibrieren des Photometriesystems muss ein Graufilter mit einer optischen Nenndichte von 3,0 verfügbar sein, das eine ausreichende Größe zum Abdecken des unteren optischen Fensters aufweist.

**7.5.3.5** Sämtliche Filter werden ausschließlich an ihren Kanten berührt, da Fingerabdrücke ihre Leistung erheblich beeinflussen können. Die Filteroberfläche wird nicht gereinigt; sobald die Oberfläche beschädigt oder zerstört ist, muss das Filter ausgetauscht werden.

Das Rauchmesssystem verfügt über ein Spektralband, das dem des menschlichen Sehvermögens recht ähnlich ist. Dieses wird durch den Betriebszustand der Lampe sowie die spektrale Empfindlichkeit des Photodetektors festgelegt. Da eine genaue Prüfung über die Größe dieses Spektralbandes nicht gegeben ist, wäre es bei einem möglichen Versuch einer präzisen Kalibrierung erforderlich, Filter mit konstanter Übertragung über ein Spektralband von mindestens 350 nm bis 750 nm zu verwenden. Solche Filter sind nicht ohne weiteres verfügbar. Aus diesem Grund und wegen der spezifischen Linearität eines ordnungsgemäß hergestellten Photometers und Messkreises wird nicht empfohlen, dass der Anwender des Prüfverfahrens eine präzise Kalibrierung des Messgerätes über dessen Messbereich versucht.

#### **7.5.4 Zusatzausrüstung**

**7.5.4.1** Zur Überprüfung des parallelen Lichtbündels muss eine Schablone vorhanden sein, die aus einer lichtundurchlässigen Scheibe besteht, auf der ein konzentrischer Ring von 51 mm Durchmesser gekennzeichnet ist, und die genau zwischen die Stützen passt. Sie muss an der Unterseite des oberen optischen Fensters in der Kammer angebracht und zentriert werden können.

**7.5.4.2** Zum Kalibrieren des Bereichseinstellungsfilters muss ein weißes Tuch, Rohtissue oder ein Satz Graufilter in einer zur vollständigen Abdeckung des unteren optischen Fensters der Prüfkammer ausreichenden Größe vorhanden sein, das/der eine Lichtmenge durchlassen kann, die bei Auswahl des Skalenbereichs mit 1 % Transmission eine Ablesung im mittleren Skalenbereich des photometrischen Systems ergibt.

**7.5.4.3** Um das Eindringen von Licht aus der Lichtquelle in die Prüfkammer zu verhindern, muss ein Stück aus einem lichtundurchlässigen Werkstoff in einer zur Abdeckung des unteren optischen Fensters ausreichenden Größe vorhanden sein.

### **7.6 Dichtheit der Prüfkammer**

Mit den ordnungsgemäß für die Prüfung zusammengebauten festgelegten Einzelteilen der Prüfeinrichtung und bei ausgeschalteter Kegelheizeinrichtung muss die Prüfkammer ausreichend luftdicht sein, um die in 9.6 für die Prüfung der Dichtheit angegebenen Anforderungen zu erfüllen.

**ANMERKUNG** Am häufigsten treten Undichtheiten an der Türdichtung, den Lufteinlass- und Luftauslassöffnungen sowie am Explosionsschutz auf.

### **7.7 Reinigungsmaterialien**

Zum Reinigen des Inneren der Prüfkammer müssen geeignete Materialien verfügbar sein.

**E DIN EN ISO 5659:2024-10**  
**prEN ISO 5659:2024 (D)**

**ANMERKUNG** Zum Reinigen der Prüfkammerwände haben sich ein ammoniakhaltiges Sprühreinigungsmittel und weiche Reinigungsschwämme als geeignet erwiesen und für die optischen Fenster Ethanol und weiche Tücher. Außerdem hilft die Anwendung einer Schale mit 0,880 N Ammoniak innerhalb der Kammer über Nacht dabei, die Azidität innerhalb der Kammer und Probe[nahme]leitungen zu verringern.

## **7.8 Hilfsmittel**

### **7.8.1 Waage (wahlfrei)**

Die Waage muss eine größere Masse als die des Probekörpers aufnehmen können und eine Ablesung auf 0,5 % der Probekörpermasse ermöglichen.

Zu weiteren Einzelheiten siehe Anhang C.

### **7.8.2 Zeitmessgerät**

Für alle zeitlich festgelegten Arbeitsgänge und Beobachtungen muss ein Zeitmessgerät angewendet werden, das über eine Dauer von mindestens 1 h eine Zeitablesung auf die Sekunde mit einer Fehlergrenze von 1 s in 1 h ermöglicht.

### **7.8.3 Längenmessgeräte**

Zur Überprüfung der Maße usw., die mit festgelegten Grenzabweichungen angegeben sind, müssen Lineale, Tastzirkel, Lehren oder andere Geräte mit geeigneter Genauigkeit angewendet werden.

### **7.8.4 Zusatzheizeinrichtung**

Eine Zusatzheizeinrichtung mit einer Leistung von 500 W, die eine gleichmäßige Erhöhung der Lufttemperatur ohne örtliche Erwärmung der Wände ermöglicht, darf bei Bedarf angewendet werden, damit die Prüfkammer unter ungünstigen Bedingungen schneller die konstante Temperatur erreicht. Alternativ dazu dürfen die Prüfkammerwände von außen beheizt werden, um die Temperaturstabilisierung zu unterstützen.

### **7.8.5 Schutzausrüstung**

Falls die Art des zu untersuchenden Probekörpers es erfordert, müssen Schutzkleidung, wie z. B. Handschuhe, Schutzbrillen, Atemschutzgeräte usw., sowie Handhabungseinrichtungen, wie z. B. Zangen, vorhanden sein.

### **7.8.6 Aufzeichnungsgerät**

Das Aufzeichnungsgerät muss das Millivolt-Ausgangssignal des Photodetektors (7.5.3) unter Einhaltung einer Fehlergrenze, die kleiner als 0,5 % der Auslenkung der gesamten Skalanzeige ist, durchgehend aufzeichnen können. Das Gerät muss zudem die Messwerte vom Wärmestrommessgerät (siehe 7.3.4.2) mit der geforderten Genauigkeit aufzeichnen können.

### **7.8.7 Kühlwassersystem**

Zum Kühlen des Wärmestrommessgerätes muss Wasser durch die Einrichtung geleitet werden. Um eine Betauungsbildung auf der Messoberfläche des Wärmestrommessgerätes zu vermeiden, muss die Temperatur des Wassers über dem örtlichen Taupunkt liegen.

### **7.8.8 Sauerstoffmessgerät (wahlfrei)**

Eine einfache Sauerstoffsonde, z. B. Lambdasonde, kann mit der Prüfkammerdecke verbunden werden, um die Verbrennungsbedingungen innerhalb der Prüfkammer während der Prüfung zu überwachen.

Die Genauigkeit dieser Sauerstoffsonde muss 1 % [Volumenanteil] des Messwertes der Sauerstoffkonzentration im Bereich von 10 % bis 21 % Sauerstoff betragen.

## 8 Prüfumgebung

**8.1** Die Prüfeinrichtung muss gegen direktes Sonnenlicht oder andere intensive Lichtquellen geschützt werden, um die Möglichkeit von durch Streulicht verursachten Fehlanzeigen zu vermeiden.

**8.2** Rauch und Gase, die im Arbeitsbereich entstehen und unangenehm oder möglicherweise gefährlich sind, müssen auf geeignete Weise abgeführt werden, und weitere geeignete Vorkehrungen müssen getroffen werden, um zu verhindern, dass die Bedienperson ihnen ausgesetzt wird, insbesondere während der Entnahme der Probekörper aus der Prüfkammer oder beim Reinigen des Gerätes.

## 9 Einstell- und Kalibrierverfahren

### 9.1 Allgemeines

Die Prüfeinrichtung wird aufgebaut, die Versorgungsleitungen und Regeleinrichtungen werden nach Abschnitt 7 angeschlossen, und die ordnungsgemäße Funktion der unterschiedlichen Systeme wird, einschließlich der elektrischen Anschlüsse zum Sicherstellen des guten elektrischen Kontakts, überprüft.

Der Strahlungskegel wird allmählich aufgeheizt und es wird verhindert, dass er ohne Probekörperhalterung, leer oder mit Probekörper in der Halterung, oder ohne darunter angeordnetes Wärmestrommessgerät beheizt wird oder in Betrieb bleibt.

### 9.2 Justierung des Photometriesystems

#### 9.2.1 Allgemeines

Für die Ersteinstellung der Prüfeinrichtung nach dem Austausch der Lichtquelle oder nach einer versehentlichen Fehljustierung wird das in 9.2.2 und 9.2.3 beschriebene Verfahren durchgeführt, worauf dann stets das Verfahren zur Auswahl des/der geeigneten Kompensationsfilter(s) nach 9.3 folgt.

#### 9.2.2 Kollimation des Strahlenbündels

**9.2.2.1** Die Starrheit der optischen Plattformen wird überprüft. Die lichtundurchlässige Schablone wird mittig an der Unterseite des oberen optischen Fensters so befestigt, dass der gekennzeichnete Ring nach unten zeigt. Die Lichtquelle wird eingeschaltet und das von ihr auf die Schablone projizierte Bild wird so eingestellt, dass das Lichtbündel den Ring von 51 mm Durchmesser vollständig ausfüllt, während außerhalb des Rings nur die zur Erfüllung dieser Anforderung erforderliche Lichtmenge auftritt.

**9.2.2.2** Die Justierungen erfolgen durch Entfernen der Abdeckung vom Lichtquellengehäuse, Freigabe der Fixierung für die untere Linse sowie Neupositionierung der Linsenfassung, sodass das Lichtmuster auf der Schablone zentriert und in der vorgeschriebenen Größe erscheint. Alternativ wird die Neupositionierung der Linse unter Verwendung einer Außenjustierung, sofern vorhanden, vorgenommen.

**ANMERKUNG** Bei einer schwerwiegenden Fehljustierung könnte es notwendig sein, die Lampenfassung neu zu positionieren.

**9.2.2.3** Die Linsenfassung wird erneut fixiert und die Abdeckung so aufgesetzt, dass die Prüfkammer wieder ausreichend luftdicht ist. Die Schablone wird vom oberen optischen Fenster entfernt.

Bei dieser Justierung darf auch die Position der Linsenfassung so optimiert werden, dass die Ablesung am Photodetektor einen Höchstwert ergibt; das erfordert das Entfernen der Schablone, woraufhin eine abschließende Überprüfung der Lage der Bildprojektion entsprechend vorstehender Beschreibung folgen muss.

#### 9.2.3 Fokussierung des Strahlenbündels

Die Abdeckung des Gehäuses direkt über der Prüfkammer wird geöffnet, die Halterung für das Kompensationsfilter wird entnommen und die Linsenfassung wird gelockert. Bei ausgeschaltetem Photodetektorsystem

und eingeschalteter Lichtquelle wird die Linsenfassung zwecks Fokussierung und Justierung so verstellt, dass das konvergierende Strahlenbündel einen kleinen, intensiven Lichtpunkt auf der Aperturblende des Gehäuses des Photoelektronenvervielfachers bildet. Die Linsenfassung wird festgestellt, die Justierung der Strahlenbündelfokussierung wird überprüft, die Halterung für das Kompensationsfilter wird eingesetzt und die Gehäuseabdeckung wird wieder aufgesetzt und abgedichtet.

### **9.3 Auswahl der/des Kompensationsfilter(s)**

Die in der Prüfkammer liegenden Flächen beider optischen Fenster werden gereinigt. Das Photometriesystem wird eingeschaltet, wobei sich das Bereichseinstellungsfilter im Lichtweg befindet, die Blende geöffnet ist, ein ND-0,5-Kompensationsfilter über der oberen Linse angebracht ist und das Mehrbereichsmessgerät auf den Bereich eingestellt ist, bei dem eine Lichttransmission zu 100 % aufgezeichnet werden kann. Die Stelleinrichtung zur Justierung der Geräteanzeige wird betätigt, um festzustellen, ob tatsächlich eine Ablesung von 100 % erreicht werden kann. Ist das der Fall, ist keine Änderung des Kompensationsfilters erforderlich; andernfalls wird ein anderes Kompensationsfilter angewendet, um diese Anforderung zu erfüllen.

Die Auswahl des/der geeigneten Filters oder Filterkombination kann erleichtert werden, indem jedes Kompensationsfilter aus dem Gehäuse direkt oberhalb der Prüfkammer entnommen, das Gehäuse wieder abgedeckt, ein oder mehrere Kompensationsfilter über dem unteren optischen Fenster in der Prüfkammer angebracht wird/werden und dann die Geräteanzeige überprüft wird. Die auf diese Weise getroffene Auswahl des Kompensationsfilters muss durch Anwendung des festgelegten Verfahrens bestätigt werden.

Alternativ darf, soweit möglich, die Eingangsspannung des Photoelektronenvervielfachers so eingestellt werden, dass sichergestellt ist, dass eine Ablesung von 100 % erreicht werden kann.

### **9.4 Überprüfung der Linearität**

Das Photometriesystem wird mit im Lichtweg befindlichem Bereichseinstellungsfilter und geschlossener Blende eingeschaltet. Die Nullstell-Einrichtung wird so eingestellt, dass bei Einstellung des Gerätebereichs für den gesamten Skalenbereich 0 % Transmission auf 0,1 % Transmission angezeigt wird; am Gerät werden die sonstigen Messbereiche eingestellt, um zu überprüfen, ob die aufgezeichnete Transmission bei 0 % bleibt.

Die Blende wird geöffnet und es wird sichergestellt, dass sich das Bereichseinstellungsfilter im Lichtweg befindet. Die Stelleinrichtung des Filters wird so eingestellt, dass bei Einstellung des Gerätebereichs auf einen Messbereichsendwert von 100 % Transmission eine Transmissionsanzeige von 100 % erhalten wird.

Die Transmission eines Graufilters mit einer optischen Nenndichte von 3,0, das zuvor in einem anderen Rauchdichtekammersystem mit nachweislich einwandfreiem Betrieb kalibriert wurde, wird gemessen. Die Differenz zwischen zwei Transmissionsmessungen, ausgedrückt als Prozentsatz der Transmission in der anderen Rauchkammer, muss  $\leq 5$  % betragen. Ohne diese Übereinstimmung ist eine Untersuchung erforderlich, die den Grund der Diskrepanz ermittelt.

### **9.5 Kalibrierung des Filters zur Bereichseinstellung**

Am Gerät werden die üblichen Betriebsbedingungen bei  $25 \text{ kW/m}^2$  nach 10.2 und eine konstante Temperatur der Prüfkammerwand von  $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$  eingestellt. Das Photometriesystem wird mit im Lichtweg befindlichem Bereichseinstellungsfilter und geschlossener Blende eingeschaltet. Die Nullstell-Einrichtung wird so eingestellt, dass bei Einstellung des Gerätebereichs auf eine Vollausschlagablesung von 0,1 % Transmission 0 % Transmission angezeigt wird.

Der Bereichsverstärker wird auf seinen Transmissionsbereich von 100 % eingestellt, die Blende wird geöffnet und es wird sichergestellt, dass sich das Bereichseinstellungsfilter im Lichtweg befindet. Die Stelleinrichtung wird auf eine Anzeige von 100 % Transmission eingestellt. Das weiße Tuch, Rohtissuelagen oder das/die Filter mit einer optischen Dichte von etwa 2,5 (siehe 7.5.4.2) wird/werden über das untere optische Fenster gelegt, und der 1 %-Transmissionsbereich wird eingeschaltet. Es werden weitere Filter oder Rohtissuelagen hinzugefügt, um eine Anzeige von etwa 0,5 % zu erhalten; die Regler am Photometriesystem dürfen NICHT angepasst werden. Die Transmission wird als  $T_{\text{with}}$  aufgezeichnet.

Ohne Verschiebung des/der Tuchs, Roh tissues oder Filter(s) wird auf einen Bereich für 100 % Transmission zurückgestellt und das Bereichseinstellungsfiler ND-2 aus dem Lichtweg genommen. Die Transmissionsanzeige  $T_s$  wird aufgezeichnet und zur Bestimmung der Werte der optischen Dichte  $d_f$  des Bereichseinstellungsfilters sowie des entsprechenden Korrekturfaktors  $C_f$  für die Anzeigen ohne das in den Lichtweg gesetzte Bereichseinstellungsfiler mit Gleichung (1) und Gleichung (2) verwendet.

$$d_f = \log_{10} \frac{T_s}{T_{\text{with}}} \quad (1)$$

$$C_f = 132 (d_f - 2) \quad (2)$$

Für Werkstoffe mit bekanntem Verhalten ist dieses Kalibrierverfahren nicht erforderlich, sofern die optische Dichte nicht größer als 4 ist.

## **9.6 Prüfung der Dichtheit der Prüfkammer**

Die Luftdichtheit der Prüfkammer wird bei jedem Gebrauch einmal je Prüftag sowie nach Einbau von Explosionsschutz oder neuen Dichtungen (mit Tür, Lüftungsöffnungen und Gasleitungen in Geschlossenstellung) gemessen, indem Druckluft durch eine der Gasleitungen (oder einen anderen Drucklufteinlass) in die Prüfkammer eingebracht wird, bis der am Druckmessgerät angezeigte Druck mehr als 0,76 kPa (76 mm Wassersäule) beträgt, woraufhin die Zufuhr geschlossen wird. Die Prüfkammer muss so luftdicht sein, dass die Zeit, bis der Druck von 0,76 kPa auf 0,50 kPa (von 76 mm auf 50 mm Wassersäule) fällt, bei Messung mit dem Zeitmessgerät mindestens 5,0 min beträgt.

## **9.7 Kalibrierung des Brenners**

Die Durchflussraten für Propan und Luft werden so eingestellt, dass die in 7.3.6 festgelegte Flammenlänge erreicht wird.

**ANMERKUNG** Es zeigte sich, dass die vorgeschriebene Flammenlänge bei Durchflussraten von etwa 50 cm<sup>3</sup>/min für Propan und von 300 cm<sup>3</sup>/min für Luft erzielt wird.

## **9.8 Kalibrierung des Strahlungskegels**

**9.8.1** Die Prüfeinrichtung wird von sämtlichen Rückständen vorhergehender Prüfungen gereinigt; ist eine Kalibrierung des Kegels unmittelbar nach einer Prüfung durchzuführen, wird die Prüfkammer (bei geschlossener Tür sowie bei geöffneten Lufteinlass- und Luftauslassöffnungen) 2 min mit Luft gespült. Das Wärmestrommessgerät wird in der Probekörperposition mit dem Abstand zum Strahlungskegel nach 7.3.2 angebracht und mit den Versorgungsanschlüssen für elektrischen Strom und Wasser verbunden.

Bei aufschäumenden Werkstoffen wird das verwendete Wärmestrommessgerät mit einem Abstand von 50 mm zwischen der Oberfläche des Wärmestrommessgerätes und der Unterkante der Kegelheizeinrichtung sowie auf der Mittelachse der Kegelheizeinrichtung angebracht.

**9.8.2** Am Gerät werden die üblichen Betriebsbedingungen nach 10.2 und eine konstante Temperatur der Prüfkammerwand nach 10.2.2 eingestellt, und der Strahlungsunterbrecherschild wird vom Kegel entfernt.

**9.8.3** Bei geschlossener Prüfkammertür, geöffneter Lufteinlassöffnung und geschlossener Luftauslassöffnung wird dem Wärmestrommessgerät Wasser zugeführt, um dessen Gehäuse zu kühlen. Die Anzeige des Wärmestrommessgerätes wird zum Bestimmen des Erreichens des thermischen Gleichgewichts überwacht, und der Strahlungskegel wird nach Bedarf so eingestellt, dass sich eine konstante Millivolt-Anzeige ergibt, die dem kalibrierten Wert entspricht, der je nach Anforderung einer Bestrahlungsstärke von 25 kW/m<sup>2</sup> oder 50 kW/m<sup>2</sup> entspricht. Wird die Tür während der Kalibrierung geöffnet, wird nach deren Schließen ausreichend lange bis zum Ablesen der endgültigen Millivolt-Anzeige abgewartet, damit sich das thermische Gleichgewicht erneut einstellen kann.

**E DIN EN ISO 5659:2024-10**  
**prEN ISO 5659:2024 (D)**

**ANMERKUNG** Bei einigen Wasserversorgungssystemen kann es notwendig sein, dass die Tür leicht geöffnet ist, um das Einführen der Schlauchleitungen zu ermöglichen.

Zwischen den Einstellungen werden etwa 10 min Zeit zum Stabilisieren vorgesehen.

**9.8.4** Das Wärmestrommessgerät wird in einem Abstand von 25 mm zum Mittelpunkt platziert. Es wird sichergestellt, dass sich die Kammer in demselben Zustand befindet wie bei der Messung nach 9.8.3 und dass sich das Wärmestrommessgerät stabilisieren kann, wobei jedoch die Regelung der Heizungssteuerung verhindert wird. Der Wärmestrom wird aufgezeichnet und es wird geprüft, ob dieser die Anforderungen nach 7.3.1.2 erfüllt.

Die Messung wird mit dem Wärmestrommessgerät auf der anderen Seite in einem Abstand von 25 mm zum Mittelpunkt wiederholt.

**9.8.5** Der Strahlungsunterbrecherschild wird wieder in seine Stellung unterhalb des Strahlungskegels gebracht und das Wärmestrommessgerät wird aus der Prüfkammer entnommen, sodass die Prüfungen an den Probekörpern unverzüglich vorgenommen werden können. Die Wasserkühlung des Wärmestrommessgerätes wird so lange fortgesetzt, bis das Messgerät kühl genug ist, um dessen Schutzhülle wieder anzubringen, ohne dass diese schmilzt oder sich verformt.

## **9.9 Reinigung**

Die Innenwände der Prüfkammer und das Trägergestell für Strahlungskegel und Probekörperhalterung werden unter Verwendung der in 7.7 beschriebenen Materialien gereinigt, sobald sich bei den regelmäßig durchzuführenden Sichtprüfungen die Notwendigkeit ergibt. Da die Prüfung gegenüber Veränderungen der Zusammensetzung der Probekörper empfindlich ist, wird die Prüfeinrichtung vor Prüfungen an einem anderen Werkstoff gereinigt, um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch chemische oder physikalische Wechselwirkungen zwischen Probekörper und Rückständen von vorherigen Prüfungen an Erzeugnissen auszuschließen.

**ANMERKUNG** Auch bei der Prüfung von Probekörpern aus dem gleichen Werkstoff kann durch Ansammlungen von Rückständen die Menge der Rauchablagerung verringert werden, woraus sich eine Erhöhung des für die spezifische optische Dichte gemessenen Wertes ergibt.

## **9.10 Häufigkeit der Überprüfungs- und Kalibrierverfahren**

**9.10.1** Die Überprüfungen und Kalibrierungen werden regelmäßig in den in Tabelle 1 angegebenen Zeitabständen durchgeführt.

**ANMERKUNG** Die Verbrennungsprodukte einiger Werkstoffe können zu Korrosion des Heizelements im Strahlungskegel führen, welcher entgegengewirkt werden kann, indem die angelegte Spannung innerhalb bestimmter Grenzen verändert wird. Kann der geforderte Ausgangswert des Strahlungskegels nicht eingestellt werden, kann auch ein neues Heizelement erforderlich sein.

**9.10.2** Das jeweils zutreffende Einrichtungsverfahren wird durchgeführt, sobald ein Teil der Prüfeinrichtung ausgewechselt oder repariert wurde.

## **10 Durchführung**

### **10.1 Allgemeines**

Die Prüfung darf mit oder ohne Zündflamme durchgeführt werden.

Folgende Bedingungen werden bevorzugt:

- a) die Probekörper werden mit oder ohne Zündflamme einer Bestrahlungsstärke von  $25 \text{ kW/m}^2$  ausgesetzt;
- b) die Probekörper werden mit oder ohne Zündflamme einer Bestrahlungsstärke von  $50 \text{ kW/m}^2$  ausgesetzt.

Falls notwendig, erfordert eine vollständige Prüfung die Beanspruchung der Probekörper unter allen 4 der in 10.9.1 beschriebenen Prüfbedingungen.

ANMERKUNG 1 Einige Werkstoffe entzünden sich unter den in a) und b) angegebenen Bedingungen nicht, dennoch wird der Rauch gemessen, der sich bei einer flammenlosen Prüfbedingung unter diesen Beanspruchungsbedingungen entwickelt, unabhängig davon, ob sich der Probekörper entzündet hat oder nicht.

ANMERKUNG 2 Während der Prüfungen können zeitgleich zusätzliche Messungen nach Anhang C durchgeführt werden.

## 10.2 Vorbereitung der Prüfkammer

**10.2.1** Die Prüfkammer wird entsprechend den Anforderungen nach Abschnitt 9 vorbereitet, wobei für den Strahlungskegel eine Bestrahlungsstärke von  $25 \text{ kW/m}^2$  oder  $50 \text{ kW/m}^2$  eingestellt wird. Bei Werkstoffen, die um mehr als 10 mm aufschäumen, muss der Abstand zwischen der Kegelheizeinrichtung und dem Probekörper 50 mm betragen und der Zündflammenbrenner 15 mm unterhalb der Unterkante der Kegelheizeinrichtung angeordnet sein.

**10.2.2** Unmittelbar nach Beendigung jeder Prüfung wird die Prüfkammer bei geschlossener Tür und geöffneten Luftauslass- und Lufterlassöffnungen mit Luft gespült, bis sie vollständig rauchfrei ist. Das Innere der Prüfkammer wird untersucht, und erforderlichenfalls werden die Wände und das Trägergestell gereinigt (siehe 9.9). Die innerhalb der Kammer befindlichen Flächen der optischen Fenster werden vor jeder Prüfung gereinigt. Es wird die Stabilisierung der Prüfeinrichtung abgewartet, bis die Temperatur der Prüfkammerwand für Prüfungen mit einem Strahlungskegel mit einer Bestrahlungsstärke von  $25 \text{ kW/m}^2$  ( $40 \pm 5$ ) °C oder für Prüfungen mit einer Bestrahlungsstärke von  $50 \text{ kW/m}^2$  ( $55 \pm 5$ ) °C beträgt. Das Einlassventil wird geschlossen.

Bei der Prüfung aufschäumender Werkstoffe muss die Temperatur der Prüfkammerwand für Prüfungen mit einem Strahlungskegel mit einer Bestrahlungsstärke von  $25 \text{ kW/m}^2$  ( $50 \pm 10$ ) °C oder für Prüfungen mit einer Bestrahlungsstärke von  $50 \text{ kW/m}^2$  ( $60 \pm 10$ ) °C betragen.

Bei einer zu hohen Temperatur darf das Gebläse eingesetzt werden, um kühlere Umgebungsluft in die Prüfkammer einzuleiten.

## 10.3 Prüfungen mit Zündflamme

Bei Prüfungen mit der Zündflamme, bei denen sich der Brenner in der vorgesehenen Stellung befindet, wird die Zufuhr für Gas und Luft geöffnet und der Brenner gezündet, die Flammenlänge und -farbe überprüft und erforderlichenfalls werden die Durchflussraten geregelt, um sicherzustellen, dass die Flamme den Festlegungen nach 7.3.6 entspricht.

## 10.4 Vorbereitung des Photometriesystems

Nach der Nulleinstellung wird die Blende geöffnet, um für den gesamten Skalenbereich eine Transmission von 100 % einzustellen. Die Blende wird wieder geschlossen, und die Nulleinstellung wird überprüft und erforderlichenfalls mit Hilfe des empfindlichsten Bereichs (0,1 %) auf Null zurückgestellt. Die 100 %-Einstellung wird erneut überprüft. Diese Abfolge von Vorgängen wird wiederholt, bis am Mehrbereichsverstärker und am Aufzeichnungsgerät für geöffnete und geschlossene Blende genaue Ablesungen bei Null und bei 100 % erhalten werden.

## 10.5 Einlegen der Probekörper

Ein umhüllter, nach 6.3 und 6.4 vorbereiteter Probekörper wird in die Halterung gesetzt. Die Halterung und der Probekörper werden auf dem Trägergestell unter dem Strahlungskegel angeordnet. Der Strahlungsunterbrecherschild unter dem Kegel wird entfernt, wobei gleichzeitig das Datenerfassungssystem gestartet und die Lufterlassöffnung geschlossen wird. Die Tür der Prüfkammer und die Lufterlassöffnung müssen unmittelbar nach Beginn der Prüfung geschlossen werden.

Falls bei Vorprüfungen festgestellt wurde, dass die Zündflamme vor Entnahme des Schildes verloschen ist, wird der Zündflammenbrenner unverzüglich wieder angezündet und gleichzeitig der Schild entfernt.

## **10.6 Aufzeichnung der Lichttransmission**

Die prozentuale Lichttransmission sowie die Zeit werden ab Prüfbeginn durchgehend aufgezeichnet (d. h. sobald der Strahlungsunterbrecherschild entfernt wurde). Erforderlichenfalls wird der Bereich des Photodetektorverstärkersystems auf die nächste Zehnerstufe eingestellt, sodass Anzeigen unter 10 % der vollen Skalenauslenkung vermieden werden.

Wenn die Transmissionswerte sehr gering werden und unter 0,000 1 % liegen, d. h. die Rauchdichte sehr hoch wird, muss dies als Rauchdichte  $D_s$  über 792, d. h.  $D_s > 792$ , im Prüfbericht angegeben werden.

Wenn die Lichttransmission unter 0,01 % sinkt, wird das Sichtfenster in der Prüfkammertür abgedeckt und das Bereichseinstellungsfilter aus dem Lichtweg entfernt.

**Tabelle 1 — Häufigkeit für Überprüfungen und Kalibrierungen**

| <b>Teil der Prüfeinrichtung</b> | <b>Mindesthäufigkeit für Überprüfungen und Kalibrierungen</b>               | <b>Verfahren</b><br>(Verweisung auf den jeweiligen Unterabschnitt) |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Prüfkammer, innen               | Überprüfung vor der Prüfung jedes Probekörpers und vor jeder Kalibrierung   | 9.9                                                                |
| Strahlungskegel                 | einmal je Prüftag und bei Erneuerung oder Austausch des Strahlungskegels    | 9.8                                                                |
| Prüfkammer (Leckrate)           | einmal je Prüftag und bei Einbau von Explosionsschutz oder neuen Dichtungen | 9.6                                                                |
| Wärmestrommessgerät             | alle 12 Monate und bei Reinigung oder Neubeschichtung des Messgerätes       | 7.3.4.3 und Anhang A                                               |
| Photometriesystem:              |                                                                             |                                                                    |
| Kalibrierung                    | vor der Prüfung jedes Probekörpers                                          |                                                                    |
| Justierung                      | alle 6 Monate und bei Austausch oder Beschädigung der Lichtquelle           | 9.2                                                                |
| Kompensationsfilter             | alle 6 Monate und bei Verschlechterung der Transmission durch die Fenster   | 9.3                                                                |
| Linearität                      | alle 6 Monate und bei Verschlechterung der Transmission durch die Fenster   | 9.4                                                                |
| Bereichseinstellungsfilter      | alle 6 Monate                                                               | 9.5                                                                |

## **10.7 Beobachtungen**

Alle Besonderheiten des Brandverhaltens der Probekörper werden aufgezeichnet, wie z. B. Delamination, Aufschäumen, Schrumpfung, Schmelzen und Zusammensinken; zudem werden ab Prüfbeginn die Zeiten aufgezeichnet, nach denen ein besonderes Verhalten auftritt, einschließlich Zündzeitpunkt und Dauer der Flammenbildung. Die Merkmale des Rauchs werden ebenfalls angegeben, wie z. B. Farbe und Beschaffenheit der abgesetzten Feststoffteilchen.

Bei einigen Werkstoffen unterscheidet sich die Rauchentwicklung beträchtlich in Abhängigkeit davon, ob die Verbrennung ohne oder mit Flammenerscheinung abläuft (siehe Anhang E). Daher ist es wichtig, während jeder Prüfung so viele Informationen wie möglich über die Art der Verbrennung aufzuzeichnen.