

DIN EN 1364-6

ICS 13.220.50; 91.060.99

Einsprüche bis 2022-05-18

Ersatz für

E DIN EN 1364-6:2016-05

Entwurf**Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile –
Teil 6: Hohlraum-Brandsperrn;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1364-6:2022**

Fire resistance tests for non-loadbearing elements –

Part 6: Cavity barriers;

German and English version prEN 1364-6:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-03-18 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

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

Gesamtumfang 71 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1364-6:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-52-02 AA „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Bauteile (SpA zu CEN/TC 127/WG 1 sowie Teilbereichen von CEN/TC 127/WG 7 und ISO/TC 92/SC 2)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung von prEN 1364-6 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

April 2022

prEN 1364-6

**Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile – Teil 6:
Hohlraum-Brandsperren**

Fire resistance tests for non-loadbearing elements – Part 6: Cavity barriers

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Prüfgeräte	8
4.1 Zusätzliche Anforderungen an offene Hohlraum-Brandsperren	8
5 Prüfbedingungen	9
5.1 Aufheizungsbedingungen	9
5.2 Druckbedingungen	9
5.2.1 Hohlraum-Brandsperren, die zwischen der inneren und der äußeren Schale von Wänden oder in Dachhohlräumen angebracht werden	9
5.2.2 Hohlraum-Brandsperren, die unter Doppelböden angebracht werden	9
5.2.3 Offene Hohlraum-Brandsperren	9
6 Probekörper	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Größe	10
6.3 Anzahl	10
6.4 Konstruktive Ausführung	10
6.4.1 Allgemeines	10
6.4.2 Prüfkongfiguration	10
6.4.3 Begrenzungs-/Einspannungsbedingungen	11
6.4.4 Durchlaufende Leitungen	11
6.5 Konstruktion	11
6.6 Verifizierung	11
7 Einbau des Probekörpers	11
7.1 Allgemeines	11
7.2 Norm-Tragkonstruktion	11
7.2.1 In Wandkonstruktionen eingebaute Probekörper	12
7.2.2 In Bodenkonstruktionen eingebaute Probekörper	12
7.2.3 Probekörper für offene Hohlraum-Brandsperren	12
7.3 Klebestellen für offene Hohlraum-Brandsperren	12
8 Konditionierung	12
9 Anwendung von Messeinrichtungen	12
9.1 Thermoelemente	12
9.1.1 Ofen-Thermoelemente (Platten-Thermometer)	12
9.1.2 Unbeflammte Oberflächen-Thermoelemente	13
9.2 Druck	14
10 Prüfverfahren	14
10.1 Allgemeines	14
10.2 Kontrolle des Prüfofens	14
10.3 Beurteilung von Raumabschlusskriterien	14
10.4 Beobachtungen während der Prüfung	14
10.5 Beendigung der Prüfung	14
11 Leistungskriterien	14
11.1 Allgemeines	14
11.2 Als Feuerhemmnis z. B. zwischen den Wandschalen von Mauerwerk eingesetzte Hohlraum-Brandsperren und offene Hohlraum-Brandsperren	15
11.3 Offene Hohlraum-Brandsperren	15
11.3.1 Wärmedämmung	15
11.3.2 Raumabschluss	15

11.4	Angabe der Ergebnisse	15
12	Prüfbericht	15
12.1	Allgemeines	15
12.2	Berichte über Prüfungen von offenen Hohlraum-Brandsperren	15
12.3	Berichte über Prüfungen von Anwendungen unter Doppelböden	15
13	Direkter Anwendungsbereich der Prüfergebnisse	16
13.1	Geschlossene Hohlraum-Brandsperren	16
13.1.1	Vergrößerung der Breite	16
13.1.2	Tragkonstruktionen	16
13.2	Offene Hohlraum-Brandsperren	17
Anhang A (normativ)	Hohlraum-Brandsperren in Hohlräumen von Fußböden	20
A.1	Einleitung	20
A.2	Konfiguration	20
A.3	Thermoelemente für die Messung des maximalen Temperaturanstiegs	21
A.4	Direkter Anwendungsbereich	22
A.4.1	Allgemeines	22
A.4.2	Vergrößerung der Breite	22
Anhang B (normativ)	Hohlraum-Brandsperren in Wänden z. B. im Mauerwerk	23
B.1	Einleitung	23
B.2	Konfiguration	23
B.3	Thermoelemente für die Messung des maximalen Temperaturanstiegs	25
B.4	Direkter Anwendungsbereich	25
B.4.1	Allgemeines	25
B.4.2	Vergrößerung der Höhe	25
B.4.3	Tragkonstruktion	25
Anhang C (normativ)	Offene Hohlraum-Brandsperren	26
C.1	Prüf-/Konfigurationsgrundlagen	26
C.2	Unbeflammte Oberflächen-Thermoelemente	26
C.2.1	Allgemeines	26
C.2.2	Bewegliches Thermoelement	26
Anhang D (normativ)	Offene Hohlraum-Brandsperren für plötzliche Einwirkung von Feuer, Prüfung mit abnehmbarer Vorrichtung	28
D.1	Verwendung dieses Anhangs	28
D.2	Grundlagen der abnehmbaren Prüfkongfiguration	28
D.3	Abnehmbare Vorrichtung	28
D.4	Änderungen des Prüfverfahrens für diese Prüfkongfiguration	28
Anhang E (informativ)	Hintergrund und Prüfphilosophie bei Hohlraum-Brandsperren	32
E.1	Einleitung	32
E.2	Referenz-Szenarien	32
E.3	Nutzung von Klassifizierungsprüfungen	32
Literaturhinweise		34

Bilder

Bild 1	Prüfkongfiguration für Hohlraum-Brandsperren, z. B. in Dachhohlräumen	18
Bild A.1	Prüfkongfiguration für Hohlraum-Brandsperren unter Doppelböden	21
Bild B.1	Prüfkongfiguration für Hohlraum-Brandsperren innerhalb von Wänden	24
Bild C.1	Querschnitt der Prüfung einer offenen Hohlraum-Brandsperre	27
Bild D.1	Kongfiguration der abnehmbaren Vorrichtung in einem horizontalen Ofen. Fallmechanismus in vorgeheizter Position	30
Bild D.2	Kongfiguration der abnehmbaren Vorrichtung in einem horizontalen Ofen. Oberer Schiebemechanismus in vorgeheizter Position	31

Tabellen

Tabelle 1 — Mindestgröße des Prüfofens	8
---	----------

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1364-6:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument wurde von WG1 TG9 als Reaktion auf Beschluss Nr. 778 von CEN/TC 127 erarbeitet. CEN/TC 127 ist das CEN-Komitee für die Erarbeitung von Brandprüfnormen zur Unterstützung der Bauproduktenverordnung.

Das Prüfverfahren wird zur Unterstützung der ETAG 026-5 für „Brandschutzprodukte zur Hohlraumabdichtung“ (Hohlraum-Brandsperren) benötigt.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation dem CEN erteilt haben.

Einleitung

Hohlraum-Brandsperren werden innerhalb von Gebäuden eingesetzt, um die Ausbreitung von Rauch und Feuer in verborgenen Räumen zu begrenzen. Hohlraum-Brandsperren können „geschlossen“ sein, z. B. in Dachhohlräumen, unter Doppelböden, zwischen der inneren und äußeren Schale von Hohlwänden, wie bei der Fachwerkbauweise, oder sie können „offen“ sein, z. B. beim Einsatz in belüfteten Fassadensystemen, Dachtraufen, bei Regenschutzverkleidungen usw.

Dieses Dokument beschreibt Prüfungen zur Messung des Widerstands eines repräsentativen Probekörpers einer Hohlraum-Brandsperre gegen die Ausbreitung eines Brands von einer Seite zur anderen. Dabei wird eine repräsentative Probe einer Hohlraum-Brandsperre einer bestimmten Behandlungsweise mit Wärme und Druck ausgesetzt. Das Verhalten des Probekörpers wird auf der Grundlage der Kriterien aus EN 1363-1 überwacht. Der Feuerwiderstand der Prüfkonstruktion wird als der Zeitraum ausgedrückt, in dem die entsprechenden Kriterien erfüllt waren.

Die in dieses Prüfverfahren eingebundenen Grundlagen entsprechen den Grundlagen aus dem Technischen Bericht EOTA TR31 zur Feuerwiderstandsprüfung für geschlossene Hohlraum-Brandsperren, der 2008 veröffentlicht wurde. TR31 gilt jedoch nicht für offene Hohlraum-Brandsperren, und demzufolge musste dieses Verfahren so angepasst werden, dass offene Hohlraum-Brandsperren aufgenommen wurden.

Referenz-Szenario und Beschränkungen

Geschlossene Hohlraum-Brandsperren, deren Funktion in der Schließung des Spalts zwischen feuerfesten Elementen einer Gebäudestruktur besteht, fallen in den Anwendungsbereich des Brandszenarios für kleine Räume, für das ISO 834 als Referenz-Feuerwiderstandsprüfung anerkannt ist.

Für offene Hohlraum-Brandsperren, z. B. diejenigen, die bei belüfteten Fassaden, Regenschutzverkleidungen und Dachtraufen zum Einsatz kommen, wurde bisher kein europäisches Referenz-Szenario etabliert. Zurzeit laufen Arbeiten zur Entwicklung einer Fassadenbrandprüfung im Realmaßstab, und es ist davon auszugehen, dass dieses Verfahren an diese Prüfung im Realmaßstab angepasst wird. Demzufolge lassen sich derzeit Ergebnisse aus Prüfungen nach diesem Dokument nicht nutzen, um das Verhalten eines äußeren Fassadensystems zu beurteilen, in das die offene Hohlraum-Brandsperre eingebaut ist. Die Prüfergebnisse können als ergänzender Nachweis des Verhaltens von Hohlraum-Brandsperren in Systemen herangezogen werden, die von geltenden nationalen Regelungen bereits erfasst sind. Weitere Informationen werden in Anhang E ausgeführt.

Achtung

Alle Personen, die mit der Leitung und Durchführung dieser Prüfung der Feuerwiderstandsdauer befasst sind, werden darauf hingewiesen, dass Brandprüfungen gefährlich sein können und die Möglichkeit besteht, dass während der Prüfung giftiger und/oder schädlicher Rauch und Gase austreten können. Mechanische und ablaufbedingte Gefährdungen können auch bei der Auslegung der Prüfelemente oder des Prüfungsaufbaus, deren Prüfung und der Entsorgung der Prüfrückstände auftreten.

Es sollte eine Beurteilung aller potentiellen Gefährdungen und Gesundheitsrisiken durchgeführt werden, und es sollten Sicherheitsvorkehrungen bestimmt und vorgesehen werden. Sicherheitsanweisungen sollten in schriftlicher Form bereitgestellt werden. Das zuständige Personal sollte entsprechend geschult werden. Es sollte sichergestellt werden, dass das Personal der Prüfstelle die schriftlichen Sicherheitsanweisungen stets befolgt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Prüfverfahren legt Verfahren zur Bestimmung des Feuerwiderstands von Hohlraum-Brandsperren fest und ist in Kombination mit EN 1363-1 anzuwenden.

Dieses Dokument ist anwendbar auf nichttragende vertikal oder horizontal ausgerichtete, geschlossene und offene Hohlraum-Brandsperren, die als Brandsperren in nicht unterteilten oder belüfteten Räumen zum Einsatz kommen. Hohlraum-Brandsperren sind darauf ausgelegt, den Brandübertritt zu verhindern, und das Prüfverfahren basiert daher auf den genormten Beflammungsbedingungen für Räume nach EN 1363-1. Es werden Probekörper von offenen Hohlraum-Brandsperren zur Prüfung in einer von zwei möglichen Konfigurationen installiert, um entweder eine langsame oder eine plötzliche Brandeinwirkung im Betrieb zu simulieren.

Hinterlüftete Hohlraumabschlüsse in Fassaden, bei denen die Brandeinwirkung durch ein zerbrechendes Fenster entsteht und ein sich entwickelndes Feuer mit der Fassade in Berührung kommen kann, müssen nach Anhang D geprüft werden.

Dieses Dokument gilt nicht für Hohlraum-Brandsperren mit Abschottungen, die nach EN 1366-3 geprüft werden müssen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1363-1, *Feuerwiderstandsprüfungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 1366-3, *Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen — Teil 3: Abschottungen*

EN 1366-6, *Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen — Teil 6: Doppel- und Hohlböden*

EN 13501-2:2016, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauteilen zu ihrem Brandverhalten — Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen*

EN ISO 13943, *Brandschutz — Vokabular*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1363-1, EN ISO 13943 und die folgenden Begriffe.

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

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

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

3.1

verborgener Raum

Raum in einem Gebäude, in dem sich ein Brand entwickeln oder durch den ein Brand verlaufen kann und der von Menschen normalerweise nicht genutzt wird oder nicht zugänglich ist

3.2

geschlossene Hohlraum-Brandsperre

nichttragendes, vertikal oder horizontal ausgerichtetes Element, das als Brandsperre in einem verborgenen Raum (Hohlraum) eingesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Es begrenzt darüber hinaus den Luftstrom unter Umgebungsbedingungen.

3.3

Klebestelle

Verbindung zwischen oder inmitten der Länge einer Fugendichtung, wo sie als Hohlraum-Brandsperre verwendet wird

3.4

offene Hohlraum-Brandsperre

nichttragendes, vertikal oder horizontal ausgerichtetes Element, das als Brandsperre in einem verborgenen Raum (Hohlraum) eingesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Abdichtungen sind offen, damit Lüftung und Entwässerung im Kaltzustand möglich sind, schließen sich aber im Fall eines Brands oder sind bereits im offenen Zustand feuerbeständig und dienen als Brandsperre in dem Hohlraum.

3.5

Fassadensystem

System zum Schutz der äußeren vertikalen Verschalung eines Gebäudes vor den Elementen

3.6

Luftspalt

Spalt zwischen der hinteren Oberfläche der äußeren Wandpaneele und der Außenseite der inneren Wand oder Dämmschicht

3.7

plötzliche Einwirkung von Feuer

Prüfung, die mit einem Hitzeschild durchgeführt wird, sodass das Entfernen des Hitzeschildes nach 5 Minuten zu einer plötzlichen Einwirkung von Feuer führt (siehe Beschreibung in Anhang D)

4 Prüfgeräte

4.1 Zusätzliche Anforderungen an offene Hohlraum-Brandsperren

Neben der in EN 1363-1 festgelegten Prüfeinrichtung ist es erforderlich, dass bei offenen Hohlraum-Brandsperren die Innenmaße des Prüfofens so zu wählen sind, dass ein Abstand von mindestens 200 mm zwischen der langen Kante der offenen Hohlraum-Brandsperre und der Wand des Ofens besteht.

Die Größe des benötigten Ofens hängt von der Nennbreite der offenen Hohlraum-Brandsperre ab und wird in der folgenden Tabelle 1 angegeben. Siehe auch 6.2.

Tabelle 1 — Mindestgröße des Prüfofens

Nennbreite der offenen Hohlraum-Brandsperre	Mindestgröße des benötigten Ofens
< 100 mm	1 m × 1 m × > 0,75 m tief
101 mm bis 300 mm	10 × Nennbreite der Hohlraum-Brandsperre × > 0,75 m tief
> 300 mm	3 m × 3 m × > 0,75 m tief

Siehe EN 1363-1 und, falls zutreffend, EN 1363-2.

5 Prüfbedingungen

5.1 Aufheizungsbedingungen

Die Brandbedingungen und der Druck im Prüfofen müssen EN 1363-1 entsprechen.

Für offene Hohlraum-Brandsperrern wird eine Option zur Nutzung einer abnehmbaren Vorrichtung unterhalb der Hohlraum-Brandsperrere vorgesehen, die 5 min nach Beginn der Prüfung entfernt wird, um die Hohlraum-Brandsperrere plötzlich den Ofenwärmebedingungen zu diesem Zeitpunkt auszusetzen. Siehe Anhang D.

5.2 Druckbedingungen

Die Druckbedingungen und die Ofenatmosphäre müssen mit den in EN 1363-1 angegebenen Bedingungen übereinstimmen, es sei denn, es werden folgende Änderungen vorgenommen:

5.2.1 Hohlraum-Brandsperrern, die zwischen der inneren und der äußeren Schale von Wänden oder in Dachhohlräumen angebracht werden

Bei Hohlraum-Brandsperrern, die zwischen der inneren und der äußeren Schale von Wänden sowie über Unterdecken/Dachböden angebracht werden, müssen die Druckbedingungen und die Ofenatmosphäre mit den in EN 1363-1 angegebenen Bedingungen übereinstimmen.

5.2.2 Hohlraum-Brandsperrern, die unter Doppelböden angebracht werden

Bei Hohlraum-Brandsperrern, die unter Doppelböden angebracht werden, müssen die folgenden Druckbedingungen aus EN 1366-6 eingehalten werden:

Bei Hohlraumhöhen von nicht mehr als 1 m muss der Druck im Ofen 100 mm unter der Untersicht bei +5 Pa (+3 Pa) gehalten werden.

Bei Hohlraumhöhen von mehr als 1 m muss der Druck im Ofen 100 mm unter der Untersicht bei +3 Pa gehalten werden, wobei der Druck anhand der folgenden Gleichung (1) berechnet wird:

$$p = 0,66 \times 8,5 \quad (1)$$

Dabei ist

p der Druck, in Pa;

h die Höhe des Hohlraums unter dem Doppelboden in m.

5.2.3 Offene Hohlraum-Brandsperrern

Bei offenen Hohlraum-Brandsperrern muss der Ofendruck dahingehend überwacht und kontrolliert werden, dass er 5 min nach Beginn der Prüfung bei (20 ± 5) Pa in einer Position von (100 ± 10) mm unter der Unterseite der Hohlraum-Brandsperrere (horizontale Ausrichtung) oder 100 mm unter dem oberen Rand des Ofens (vertikale Ausrichtung) liegt. Zehn Minuten nach Beginn der Prüfung muss der Ofendruck bei (20 ± 3) Pa in einer Position von (100 ± 10) mm unter der Unterseite der offenen Hohlraum-Brandsperrere (horizontale Ausrichtung) oder 100 mm unter dem oberen Rand des Ofens (vertikale Ausrichtung) liegen.

Laboratorien sollten sich bemühen, die angegebenen Druckverhältnisse so schnell wie möglich nach Beginn der Prüfung herzustellen. Öfen sollten z. B. in den ersten Minuten nicht unter Unterdruckbedingungen laufen, und der Druck sollte dann erst kurz vor Erreichen der 5-Minuten-Marke eingestellt sein.

Bei offenen Hohlraum-Brandsperren, die unter dem Thermaleffekt der abnehmbaren Vorrichtung geprüft werden, werden die in 5.2.3 beschriebenen Druckbedingungen unter Umständen nicht direkt nach Entfernung der Vorrichtung erreicht. In einem solchen Fall sollte ein Druckverlust so schnell wie möglich und in jedem Fall innerhalb von drei Minuten korrigiert werden.

6 Probekörper

6.1 Allgemeines

Der Probekörper muss aus einer Hohlraum-Brandsperre bestehen, die in einer Tragkonstruktion montiert ist.

6.2 Größe

Wenn in der praktischen Anwendung die Höhe oder die Breite des Produkts höchstens 3 m beträgt, muss der Probekörper in Bezug auf dieses Maß in Maximalgröße geprüft werden. Ist ein beliebiges Maß der Konstruktion größer als 3 m, dann darf bei der Prüfung dieses Maß 3 m nicht unterschreiten.

Ein typisches Länge-Breite-Mindestverhältnis für eine offene Hohlraum-Brandsperre mit einer maximalen Länge von 3 m ist 10 : 1. Um dieses Verhältnis zu wahren, ist ein Prüfofen von entsprechenden Maßen zu verwenden (siehe 4.2).

Bei offenen Hohlraum-Brandsperren darf der Abstand zwischen der langen Kante der offenen Hohlraum-Brandsperre und dem äußeren Umfang des aufgeheizten Teils des Sperrelements an keinem Punkt weniger als 200 mm betragen, um Randeffekte zu vermeiden (siehe 4.2).

6.3 Anzahl

Die Anzahl der Probekörper muss den Angaben in EN 1363-1 entsprechen. Wenn eine Hohlraum-Brandsperre sowohl für die Nutzung als horizontale als auch als vertikale Brandsperre verwendet werden soll, müssen beide Ausrichtungen geprüft werden.

6.4 Konstruktive Ausführung

6.4.1 Allgemeines

Der Probekörper muss der praktischen Anwendung der Konstruktion vollumfänglich entsprechen. Unter Umständen werden bei einer Prüfung mehr als eine Art von Hohlraum-Brandsperresystemen geprüft. Voraussetzung ist, dass die Anforderungen an Raumtrennung (mindestens 200 mm zwischen zwei beliebigen Probekörpern) sowie an Wärme- und Druckbedingungen erfüllt werden.

Fugen oder Klebestellen, die dem Zweck der Aufrichtung, Konstruktion oder Expansion dienen, müssen in den Probekörper aufgenommen werden. Verschiedene Fugensysteme oder Klebestellen dürfen in einen einzelnen Probekörper aufgenommen werden, vorausgesetzt, sie werden jeweils Ofendruckbedingungen ausgesetzt, die den in 5.2 angegebenen Bedingungen entsprechen oder höher sind.

Die Ausführungsmerkmale, die das Brandverhalten beeinflussen und die für den größtmöglichen Anwendungsbereich berücksichtigt werden sollten, können aus dem direkten Anwendungsbereich abgeleitet werden (siehe Abschnitt 13).

6.4.2 Prüfkfiguration

In diesem Dokument werden fünf Prüfkfigurationen berücksichtigt, die der Endnutzung von Hohlraum-Brandsperren entsprechen:

- a) über Unterdecken und auf Dachböden und in anderen Dachhohlräumen zur Verhinderung der horizontalen Brandausbreitung;

- b) unter Doppelböden zwischen der Unterseite des Doppelbodens und der Oberseite der Rohfußbodenplatte. Spezielle Vorgaben für die Prüfung dieser Hohlraum-Brandsperren werden in Anhang A ausgeführt;
- c) Feuerhemmnisse zwischen den Schalen von z. B. Mauerwerk zur Verhinderung der vertikalen oder horizontalen Brandausbreitung zwischen den Wandschalen. Spezielle Vorgaben für die Prüfung dieser Hohlraum-Brandsperren werden in Anhang B ausgeführt;
- d) offene Hohlraum-Brandsperren, die als Teil von Außenwänden installiert sind, z. B. an Fassaden und Dachtraufen usw. Besondere Überlegungen zur Prüfung dieser Hohlraum-Brandsperren werden in Anhang C ausgeführt;
- e) offene Hohlraum-Brandsperren, die als Brandsperre für schwere Brandeinwirkung vorgesehen und z. B. an Fassaden und Dachtraufen usw. installiert sind. Besondere Überlegungen zur Prüfung dieser Hohlraum-Brandsperren werden in Anhang D ausgeführt.

6.4.3 Begrenzungs-/Einspannungsbedingungen

Der Probekörper muss unter Begrenzungs-/Einspannungsbedingungen installiert werden, die der praktischen Anwendung entsprechen.

Ist die Breite des Produkts in der praktischen Anwendung größer als die vordere Öffnung des Prüfofens, muss ein vertikaler Rand frei bleiben. Zwischen dem freien Rand des Probekörpers und dem Prüfraum muss ein Spalt von 25 mm bis 50 mm verbleiben. Dieser Spalt muss mit einem elastischen, nicht brennbaren Material, z. B. Mineralfasern, ausgefüllt werden, damit sich eine Dichtung ergibt, ohne die Bewegungsfreiheit einzuschränken. Die übrigen Ränder müssen der praktischen Anwendung entsprechend eingespannt werden.

6.4.4 Durchlaufende Leitungen

In einigen Fällen können Rohre, Kabel oder andere Leitungen durch eine Hohlraum-Brandsperre hindurchlaufen. In diesem Fall muss die Hohlraum-Brandsperre als Abschottungssystem behandelt und in Übereinstimmung mit EN 1366-3 geprüft werden.

6.5 Konstruktion

Der Probekörper ist nach EN 1363-1 aufzubauen.

6.6 Verifizierung

Die Verifizierung des Probekörpers muss nach EN 1363-1 vorgenommen werden.

7 Einbau des Probekörpers

7.1 Allgemeines

Der Probekörper muss der praktischen Anwendung entsprechend in den Prüfraum sowie, falls verwendet, in die Tragkonstruktion eingebaut werden.

Wenn es Hohlräume innerhalb einer Hohlraum-Brandsperre gibt (z. B. wenn diese die Form einer Röhre hat), müssen die Enden hermetisch versiegelt werden, um zu verhindern, dass ein Luftstrom durch den Probekörper fließt.

7.2 Norm-Tragkonstruktion

Falls der Probekörper kleiner als die Öffnung des Prüfraums ist, muss er entsprechend einer der nachstehend aufgeführten Möglichkeiten in diesen eingebaut werden:

7.2.1 In Wandkonstruktionen eingebaute Probekörper

- a) Falls die Höhe des Probekörpers geringer ist als die Höhe der Öffnung des Prüfrahmens, muss ein Sockel vorgesehen sein, um die Öffnung auf die geforderte Höhe zu verringern. Der Sockel muss über eine ausreichende Standfestigkeit für den Probekörper verfügen und aus einer der massiven Norm-Tragkonstruktionen nach EN 1363-1 ausgewählt werden.
- b) Falls die Breite des Probekörpers geringer ist, muss an den vertikalen Seiten der Öffnung eine Norm-Tragkonstruktion verwendet werden, die entweder aus den massiven Norm-Tragkonstruktionen oder den Norm-Tragkonstruktionen in Leichtbauweise nach EN 1363-1 ausgewählt wird.

7.2.2 In Bodenkonstruktionen eingebaute Probekörper

Falls die Fläche des Probekörpers kleiner ist als die Fläche der Öffnung des Ofens, muss die Öffnung des Ofens unter Nutzung einer geeigneten Konstruktion auf die Fläche des Probekörpers reduziert werden. Falls keine horizontale Norm-Tragkonstruktion nach EN 1363-1 vorhanden ist, müssen Betonplatten entweder aus dampfgehärtetem Porenbeton mit einer Dichte von $(650 \pm 200) \text{ kg/m}^3$ oder aus Schwerbeton mit einer Dichte von $(2\,400 \pm 200) \text{ kg/m}^3$ für horizontale Proben verwendet werden.

7.2.3 Probekörper für offene Hohlraum-Brandsperren

Bei offenen Hohlraum-Brandsperren muss die Tragkonstruktion entweder aus dampfgehärtetem Porenbeton mit einer Dichte von $(650 \pm 200) \text{ kg/m}^3$ oder aus Schwerbeton mit einer Dichte von $(2\,400 \pm 200) \text{ kg/m}^3$ bestehen.

7.3 Klebestellen für offene Hohlraum-Brandsperren

Wenn Klebestellen (siehe 3.3) oder aufeinanderfolgende Längen von vorgeformten Komponenten in der praktischen Anwendung miteinander verbunden werden müssen, muss eine typische Fuge eingefügt werden. Wenn zwei Methoden der Verbindung von aufeinanderfolgenden Komponentenlängen in denselben Probekörper einer offenen Hohlraum-Brandsperre aufzunehmen sind, dann müssen die Methoden mindestens 200 mm voneinander getrennt sein. Bei allen Befestigungsverfahren, z. B. Klammern, müssen nach Möglichkeit alle Seiten einer Klebestelle einbezogen werden.

8 Konditionierung

Der Probekörper ist nach EN 1363-1 zu konditionieren.

9 Anwendung von Messeinrichtungen

9.1 Thermoelemente

9.1.1 Ofen-Thermoelemente (Platten-Thermometer)

Es sind Plattenthermometer nach EN 1363-1 vorzusehen. Es muss mindestens ein Plattenthermometer alle $1,5 \text{ m}^2$ der beflamten Oberfläche der Prüfkonstruktion, vorbehaltlich der Mindestanzahl von vier Plattenthermometern für jede Prüfkonstruktion geben. Diese Thermometer müssen symmetrisch in Bezug auf den beflamten Bereich der Prüfkonstruktion verteilt werden.

Bei vertikalen Prüfkonstruktionen sind die Platten-Thermometer so auszurichten, dass Seite „A“ zu der Wand des Ofens weist, die der zu bewertenden Prüfkonstruktion gegenüberliegt.

Bei horizontal ausgerichteten Prüfkonstruktionen muss Seite „A“ des Platten-Thermometers, das unter der zu bewertenden Prüfkonstruktion angebracht ist, zum Boden des Ofens weisen.

9.1.2 Unbeflammte Oberflächen-Thermoelemente

9.1.2.1 Allgemeines

Zur Messung des mittleren und maximalen Temperaturanstiegs sind Oberflächen-Thermoelemente des in EN 1363-1 festgelegten Typs auf der unbeflammten Seite des Probekörpers anzubringen. Für Position und Anzahl dieser Thermoelemente siehe EN 1363-1.

Konkrete Regeln für die Bewertung der Temperatur der unbeflammten Seite von Hohlraum-Brandsperren, die zwischen Wandschalen angebracht sind, werden in Anhang B ausgeführt.

Konkrete Regeln für die Positionierung der Thermoelemente der unbeflammten Seite und für die Bewertung der Temperatur der unbeflammten Seite von offenen Hohlraum-Brandsperren werden in Anhang C ausgeführt.

9.1.2.2 Thermoelemente für die Messung des mittleren Temperaturanstiegs

- a) Wenn die Gesamtfläche einer Hohlraum-Brandsperre $< 0,25 \text{ m}^2$ beträgt, ist sie für den Zweck der Feststellung der mittleren Temperatur der unbeflammten Seite nicht zu berücksichtigen.
- b) Der mittlere Temperaturanstieg muss mit fünf Thermoelementen gemessen werden, die wie in EN 1363-1 vorgegeben zu positionieren sind, d. h. in der Mitte oder in Nähe der Mitte des Probekörpers und in der Mitte oder in Nähe der Mitte jeder Viertelfläche.
- c) Wenn der Probekörper gedämmte Teile von unterschiedlicher Dicke umfasst, muss die Anzahl der Thermoelemente auf der unbeflammten Seite auf sechs erhöht werden, damit dieselbe Anzahl an Thermoelementen für maximale und minimale Dicke zur Verfügung steht.

9.1.2.3 Thermoelemente für die Messung des maximalen Temperaturanstiegs

Zusätzliche Thermoelemente sind an Stellen nach EN 1363-1 anzubringen, um den maximalen Temperaturanstieg dort zu messen, wo höhere Temperaturbedingungen erwartet werden.

Angaben zu den Positionen von Thermoelementen für die unbeflammte Seite bei Hohlraum-Brandsperren unter Doppelböden, zwischen Wandschalen und bei offenen Hohlraum-Brandsperren finden sich in Anhang A, Anhang B und Anhang C.

Angaben zu den Positionen von vertikal ausgerichteten Hohlraum-Brandsperren über Unterdecken und/oder in Dachböden werden nachfolgend gemacht. Bild 1 zeigt ein Beispiel für eine vertikal ausgerichtete Hohlraum-Brandsperre in einem Dachboden.

- a) An der Oberseite des Probekörpers bei mittlerer Breite.
- b) An der Oberseite des Probekörpers in Flucht mit einem Rahmenelement (falls vorhanden).
- c) An der Verbindung eines horizontalen und eines vertikalen Rahmenelements (falls vorhanden).
- d) Auf mittlerer Höhe am fixierten Rand.
- e) Auf mittlerer Höhe des freien Rands, 150 mm vom Rand entfernt (falls vorhanden).
- f) Auf mittlerer Breite, nach Möglichkeit neben einer horizontalen Fuge (falls vorhanden) (positiver Druckbereich).
- g) Auf mittlerer Höhe, nach Möglichkeit neben einer vertikalen Fuge (falls vorhanden).

9.1.2.4 Bewegliches Thermoelement

Die Angaben, die für die Oberflächentemperaturen der dem Feuer abgekehrten Seite erhalten wurden, müssen durch zusätzliche Daten ergänzt werden, die durch Messungen mit einem beweglichen Thermoelement gewonnen wurden, das entsprechend EN 1363-1 eingesetzt wurde, um eventuell vorhandene, lokal heiße Stellen herauszufinden. Wenn festgestellt wird, dass das bewegliche Thermoelement den Probekörper beschädigen könnte, darf es nicht verwendet werden, und der Grund ist im Prüfbericht zu notieren.

9.2 Druck

Der Druck im Prüfofen muss nach EN 1363-1 an Stellen mit Drucksensoren gemessen werden.

10 Prüfverfahren

10.1 Allgemeines

Die Prüfung ist mit den Geräten und den Verfahren nach EN 1363-1 durchzuführen.

10.2 Kontrolle des Prüfofens

Temperatur und Druck des Prüfofens sind in Übereinstimmung mit 5.1 und 5.2 zu messen und zu kontrollieren.

10.3 Beurteilung von Raumabschlusskriterien

Die Beurteilung des Probekörpers in Bezug auf den Raumabschluss muss anhand der Kriterien aus EN 1363-1 erfolgen, mit der Ausnahme, dass die Rachenlehre nicht für Hohlraum-Brandsperren zwischen Wandschalen, z. B. im Mauerwerk (Anhang B), oder für offene Hohlraum-Brandsperren (Anhang C/Anhang D) verwendet werden darf.

ANMERKUNG Aufgrund der Beschaffenheit und des Verhaltens von Hohlraum-Brandsperren zwischen Wandschalen, z. B. im Mauerwerk, und offenen Hohlraum-Brandsperren ist die Rachenlehre für die Beurteilung des Raumabschlusses ungeeignet. Die Verwendung der Rachenlehre kann zur Beschädigung von aufgeblähten Materialien führen, die in Hohlraum-Brandsperren zum Einsatz kommen. Für solche Materialien wird der Raumabschluss ausschließlich durch einen Wattebausch und die anhaltende Flammenbildung beurteilt.

Für alle Hohlraum-Brandsperren müssen Wattebüsche und anhaltende Flammenbildung benutzt werden, um Produkte nach der E-Klassifizierung einzuteilen (nach EN 13501-2:2016, 5.2.2.1).

10.4 Beobachtungen während der Prüfung

Der Probekörper ist in Übereinstimmung mit EN 1363-1 zu überwachen, und das Verhalten ist zu beobachten.

10.5 Beendigung der Prüfung

Die Prüfung ist zu beenden, wenn einer oder mehrere der Gründe aus EN 1363-1 vorliegen.

11 Leistungskriterien

11.1 Allgemeines

Die Kriterien, nach denen die Leistungsfähigkeit des Probekörpers beurteilt wird, sind abgesehen von den in diesem Dokument in 10.3 enthaltenen Ausnahmen, in EN 1363-1 angegeben.

11.2 Als Feuerhemmnis z. B. zwischen den Wandschalen von Mauerwerk eingesetzte Hohlraum-Brandsperren und offene Hohlraum-Brandsperren

Bei Hohlraum-Brandsperren, die als Feuerhemmnis z. B. zwischen den Wandschalen von Mauerwerk (siehe Anhang B) eingesetzt werden, und für offene Hohlraum-Brandsperren (siehe Anhang C) dürfen ausschließlich die maximalen Dämmkriterien für die Bewertung der Wärmedämmung herangezogen werden.

11.3 Offene Hohlraum-Brandsperren

11.3.1 Wärmedämmung

Die ab $t = 0$ aufgezeichnete Wärmeübertragung durch den Probekörper darf nicht zur Erhöhung der mittleren Temperatur der für die Bestimmung der mittleren Temperatur vorgesehenen Thermoelemente auf der unbeflammten Seite des Probekörpers über 140 K bzw. bei einem beliebigen Thermoelement die mittlere Temperatur durch den Probekörper über 180 K über die jeweilige Ausgangstemperatur hinaus führen. Jeder Ausfall, der vor Ablauf von 5 min stattfindet, ist dabei jedoch zu vernachlässigen.

ANMERKUNG Der Ausschluss von Ausfällen der Wärmedämmung vor Ablauf von 5 min ergibt sich aus der benötigten Zeitspanne zum Erreichen der festgelegten Temperatur- und Druckbedingungen. Ein ähnlicher Ansatz ist in der Norm zu Brandschutzklappen, EN 1366-2, zu finden.

11.3.2 Raumabschluss

Der ab $t = 0$ aufgezeichnete Raumabschluss ist in Übereinstimmung mit EN 1363-1 zu bestimmen, abgesehen davon, dass dabei jeder Ausfall, der vor Ablauf von 5 min eintritt, zu vernachlässigen ist, es sei denn, es zeigt sich innerhalb dieser Zeitspanne eine anhaltende Flammenbildung oberhalb von oder an der unbeflammten Seite der Hohlraum-Brandsperre.

ANMERKUNG Der Ausschluss von Ausfällen des Raumabschlusses vor Ablauf von 5 min ergibt sich aus der benötigten Zeitspanne zum Erreichen der festgelegten Temperatur- und Druckbedingungen. Ein identischer Ansatz ist in der Norm zu Brandschutzklappen, EN 1366-2, zu finden.

11.4 Angabe der Ergebnisse

Das Ergebnis muss als abgelaufene Zeit bis zur nächsten vollen Prüfminute zwischen dem Beginn der Prüfung und dem Zeitpunkt angegeben werden, zu dem die Raumabschluss- und Dämmkriterien nicht länger den Bestimmungen dieses Dokuments entsprechen. Werden mehrere Probekörper in eine einzelne Prüfung aufgenommen, muss die Leistung jeder Hohlraum-Brandsperre separat bewertet werden.

12 Prüfbericht

12.1 Allgemeines

Der Prüfbericht muss alle nach EN 1363-1 zutreffenden Punkte enthalten.

12.2 Berichte über Prüfungen von offenen Hohlraum-Brandsperren

Darüber hinaus gibt der Prüfbericht darüber Auskunft, ob die abnehmbare Vorrichtung zum Einsatz gekommen ist oder nicht.

12.3 Berichte über Prüfungen von Anwendungen unter Doppelböden

Wenn Hohlraum-Brandsperren unter reduzierten Druckbedingungen für die Anwendung unter Doppelböden geprüft wurden (siehe 5.2.3), muss dies im Prüfbericht angegeben werden.

13 Direkter Anwendungsbereich der Prüfergebnisse

13.1 Geschlossene Hohlraum-Brandsperren

Die Ergebnisse der Brandprüfung sind direkt auf ähnliche Konstruktionen anwendbar, bei denen eine oder mehrere der nachstehend aufgeführten Veränderungen vorgenommen werden:

- a) Reduzierung der Höhe;
- b) Vergrößerung der Dicke der Hohlraum-Brandsperre;
- c) Vergrößerung der Dicke der Bauteilmaterialien;
- d) Reduzierung der Längenmaße von Platten oder Paneelen (falls verwendet), nicht jedoch der Dicke;
- e) Reduzierung der Abstände zwischen Rahmenelementen;
- f) Reduzierung der Abstände zwischen den Befestigungselementen;
- g) Erhöhung der Anzahl horizontaler Fugen des geprüften Typs, falls geprüft. Bei vertikal ausgerichteten Probekörpern darf die Fuge nicht weiter als 500 mm von der oberen Kante entfernt geprüft werden;
- h) Erhöhung der Anzahl vertikaler Fugen des geprüften Typs, wenn mit einer Fuge im Abstand von höchstens 500 mm vom fixierten Rand geprüft wurde (ausschließlich vertikale Probekörper);
- i) Hohlraum-Brandsperren, die mit reduzierten Druckbedingungen (siehe 5.2.3) geprüft wurden, dürfen nur unter Doppelböden verwendet werden.

13.1.1 Vergrößerung der Breite

Bei Probekörpern, die ohne Tragkonstruktion geprüft werden, darf eine identische Konstruktion verbreitert werden, wenn der Probekörper bei einer Mindestnennbreite von 3 m mit einem freien vertikalen Rand geprüft wurde.

Bei Probekörpern, die mit Tragkonstruktion geprüft werden, darf eine identische Konstruktion verbreitert werden, wenn der Probekörper bei einer Mindestnennbreite von 2,8 m mit einem freien vertikalen Rand geprüft wurde.

Im Fall von Öfen von reduzierter Größe ist die Vergrößerung der Breite nicht möglich.

13.1.2 Tragkonstruktionen

13.1.2.1 Norm-Tragkonstruktionen — vertikale Probekörper

Das Ergebnis der Prüfung einer vertikal ausgerichteten Hohlraum-Brandsperre, die in einer der Norm-Tragkonstruktionen nach EN 1363-1 oder im Prüfrahm geprüft wird, gilt auch für alle anderen Tragkonstruktionen desselben Typs (massiv, massiv mit geringer Rohdichte oder in Leichtbauweise) mit gleichem oder größerem Feuerwiderstand (dicker, dichter, mehr Schichten, je nachdem, was zutrifft).

13.1.2.2 Norm-Tragkonstruktionen — horizontale Probekörper

Das Ergebnis der Prüfung einer horizontal ausgerichteten Hohlraum-Brandsperre, die in einer der in dieser Norm aufgeführten Norm-Tragkonstruktionen (nach den Angaben in 7.2.2) oder im Prüfrahm geprüft wird, gilt auch für alle anderen Tragkonstruktionen desselben Typs (massiv, massiv mit geringer Rohdichte oder in Leichtbauweise) mit gleichem oder größerem Feuerwiderstand.

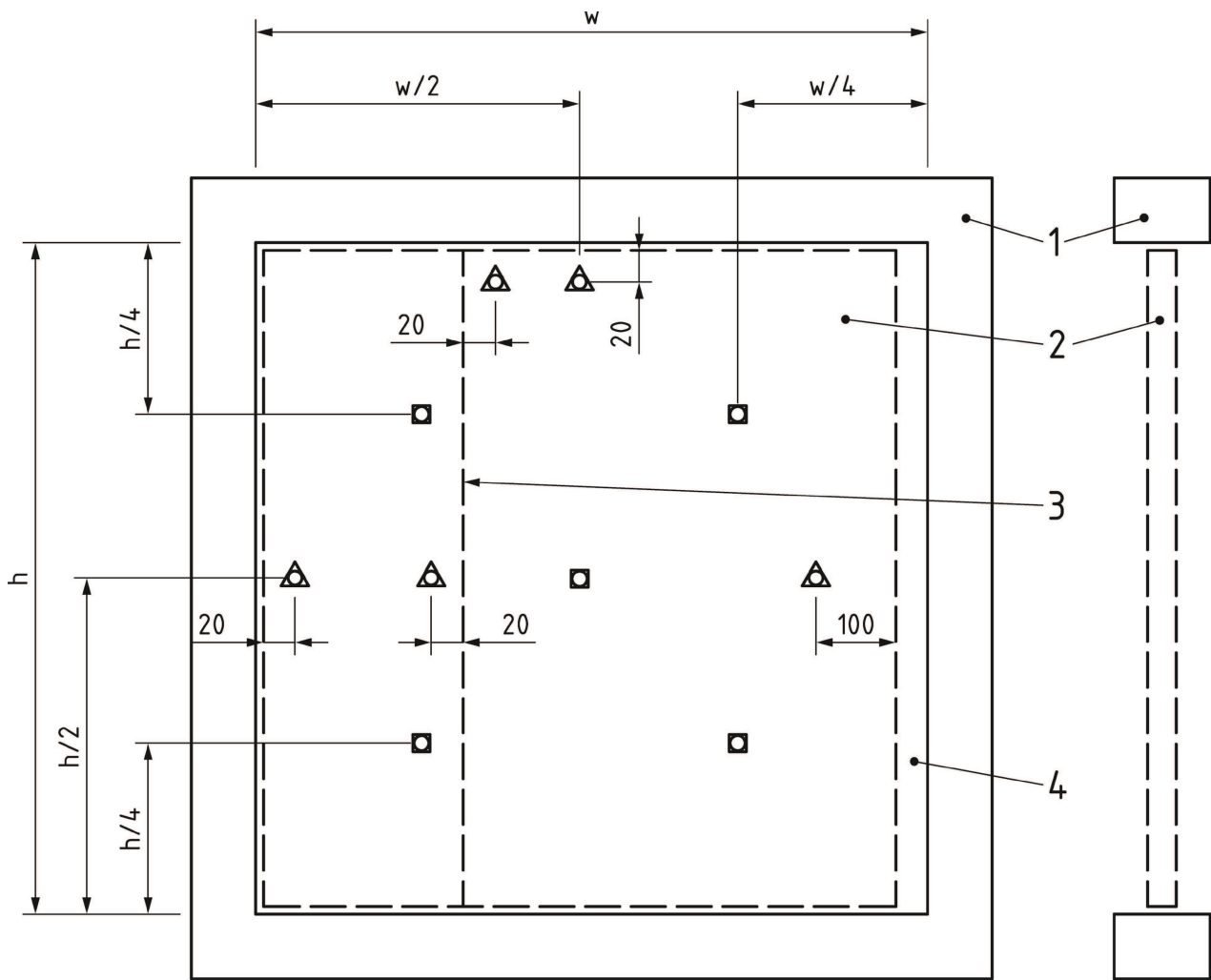
13.1.2.3 Nicht genormte Tragkonstruktionen

Wenn der Probekörper in eine nicht in EN 1363-1 erwähnte oder in 7.2 beschriebene Tragkonstruktion eingebaut ist, so ist das Prüfergebnis nur für Hohlraum-Brandsperren gültig, die in die geprüfte Tragkonstruktion eingebaut werden.

13.2 Offene Hohlraum-Brandsperren

Die Ergebnisse der Brandprüfung sind direkt auf ähnliche Konstruktionen anwendbar, bei denen eine oder mehrere der nachstehend aufgeführten Veränderungen vorgenommen werden:

- a) Vergrößerung der Dicke der Hohlraum-Brandsperre;
- b) Vergrößerung der Dicke der Bauteilmaterialien;
- c) Verlängerung der Hohlraum-Brandsperre, vorausgesetzt, es werden mindestens 900 mm geprüft;
- d) Reduzierung der Abstände zwischen den Befestigungselementen;
- e) die Größe des Hohlraums kann zwischen minimalen und maximalen geprüften Hohlräumen interpoliert werden;
- f) eine Verringerung des Spalts zwischen der Dichtung und einer äußeren Verkleidung, vorbehaltlich der Einhaltung der Mindestanforderungen zu Lüftungszwecken.



Legende

- 1 Prüfrahmen
- 2 Probekörper (Hohlraum-Brandsperre)
- 3 Fuge im Probekörper
- 4 freier Rand
- Anordnung der Thermoelemente für den mittleren Temperaturanstieg
- △ Thermoelemente für den maximalen Temperaturanstieg

Bild 1 — Prüfkongfiguration für Hohlraum-Brandsperren, z. B. in Dachhohlräumen

Zusätzliche Thermoelemente für die Messung des maximalen Temperaturanstiegs müssen an folgenden Positionen angebracht werden:

- a) an der Oberseite des Probekörpers bei mittlerer Breite;
- b) an der Oberseite des Probekörpers in Flucht mit einer vertikalen Fuge (falls vorhanden);
- c) auf mittlerer Höhe am fixierten Rand;
- d) auf mittlerer Höhe des freien Rands, 100 mm vom Rand entfernt (falls vorhanden);
- e) auf mittlerer Höhe, nach Möglichkeit neben einer horizontalen Fuge (falls vorhanden) (positiver Druckbereich);

- f) auf mittlerer Höhe, nach Möglichkeit neben einer vertikalen Fuge (falls vorhanden).

Anhang A (normativ)

Hohlraum-Brandsperren in Hohlräumen von Fußböden

A.1 Einleitung

Eine der Aufgaben von Hohlraum-Brandsperren ist die Verhinderung der Ausbreitung von Feuer in Hohlräumen von Fußböden. Dies ist besonders wichtig, wenn es sich beispielsweise um einen Doppelboden handelt, auf dem ein feuerbeständiges Trennbauteil aufliegt, der jedoch nicht über eine vertikale Trennung unter dem Doppelboden verfügt. In diesen Fällen kann sich das Feuer unterhalb des Trennbauteils im Hohlraum des Fußbodens ausbreiten und die Unterteilungen umgehen.

Der konventionelle Ansatz zur Lösung dieses Problems ist die Bereitstellung einer Hohlraum-Brandsperre unterhalb des Doppelbodens in Flucht mit einem Trennbauteil. Auf diese Weise wird die horizontale Aufteilung beibehalten.

A.2 Konfiguration

Nachfolgend wird in Bild A.1 eine vorgeschlagene Prüfkongfiguration für eine Hohlraum-Brandsperre aus Mineralwolle unterhalb eines Doppelbodens dargestellt. Die Höhe der Abdichtung beträgt in diesen Fällen in der Regel weniger als 600 mm. Eine alternative Konfiguration (nicht dargestellt) sieht die Verwendung eines Sockels und die Platzierung der Hohlraum-Brandsperre auf diesem Sockel vor. Dies ist dann akzeptabel, wenn die entsprechenden Temperatur- und Druckbedingungen eingehalten werden.