

DIN EN 13381-7



ICS 13.220.50; 91.080.20

Einsprüche bis 2024-02-01
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13381-7:2019-09

Entwurf

**Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen –
Teil 7: Brandschutzmaßnahmen für Holzbauteile;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13381-7:2023**

Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members –
Part 7: Applied protection to timber members;
German and English version prEN 13381-7:2023

Méthodes d'essai pour déterminer la contribution à la résistance au feu des éléments de construction –
Partie 7: Protection appliquée aux éléments en bois;
Version allemande et anglaise prEN 13381-7:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-12-01 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 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.

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

Gesamtumfang 186 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13381-7:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche 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 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13381-7:2019-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 13 überarbeitet;
- b) Tabelle B.1 geändert;
- c) Anhang F überarbeitet;
- d) redaktionelle Überarbeitung des Dokuments.

<i>Titel de:</i>	Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen — Teil 7: Brandschutzmaßnahmen für Holzbauteile
<i>Titel en:</i>	Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members — Part 7: Applied protection to timber member
<i>Titel fr:</i>	Méthodes d'essai pour déterminer la contribution à la résistance au feu des éléments de construction — Partie 7: Protection appliquée aux éléments en bois

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	11
3.1 Begriffe	11
3.2 Symbole und Einheiten	13
4 Prüfeinrichtung	15
4.1 Allgemeines	15
4.2 Ofen	15
4.3 Belastungseinrichtung	15
5 Prüfbedingungen	15
5.1 Prüfverfahren	15
5.2 Auflager- und Einspannbedingungen	16
5.3 Belastungsbedingungen	16
6 Probekörper	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Anzahl	17
6.2.1 Allgemeines	17
6.2.2 Variationen von Brandschutzsystemen	18
6.3 Maße der Probekörper	18
6.4 Konstruktion	18
6.4.1 Allgemeines	18
6.4.2 Verkohlungsprobekörper	19
6.4.3 Wandprobekörper im Großmaßstab	21
6.4.4 Deckenprobekörper im Großmaßstab	21
6.4.5 Balkenprobekörper im Großmaßstab	22
6.4.6 Probekörper im Modellmaßstab	22
6.4.7 Aufbringung der Brandschutzmaterialien auf den Probekörper	22
6.4.8 Dämmstoffe	23
6.5 Zusammensetzung der Bauteile des Probekörpers	24
6.5.1 Holz	24
6.5.2 Brandschutzsystem	24
6.6 Eigenschaften von Prüfmaterialien	24
6.7 Verifizierung des Probekörpers	25
7 Einbau des Probekörpers	25
7.1 Versuch im Großmaßstab mit Wandelement	25
7.2 Versuch im Großmaßstab mit Deckenelement	25
7.3 Versuch im Großmaßstab mit Balkenelement	25
7.4 Versuch im Modellmaßstab	26
7.5 Einbauanordnungen	26
8 Konditionieren der Probekörper	26
9 Einsatz der technischen Ausrüstung	27

9.1	Allgemeines	27
9.2	Technische Ausrüstung für die Messung der Ofentemperatur	27
9.2.1	Allgemeines	27
9.2.2	Versuch im Großmaßstab mit Wandelement	27
9.2.3	Versuch im Großmaßstab mit Deckenelement	27
9.2.4	Versuch im Großmaßstab mit Balkenelement	27
9.2.5	Versuch im Modellmaßstab	27
9.3	Technische Ausrüstung für die Messung der Probekörpertemperatur	27
9.3.1	Allgemeines	27
9.3.2	Verkohlungsprobekörper	28
9.3.3	Wandprobekörper im Großmaßstab	28
9.3.4	Deckenprobekörper im Großmaßstab	29
9.3.5	Balkenprobekörper im Großmaßstab	29
9.3.6	Probekörper im Modellmaßstab	30
9.4	Technische Ausrüstung für die Messung des Drucks	30
9.5	Technische Ausrüstung für die Messung der Verformung	30
9.6	Technische Ausrüstung für die Messung der aufgetragenen Last	30
10	Prüfverfahren	30
10.1	Allgemeines	30
10.2	Ofentemperatur und -druck	30
10.3	Anwendung und Steuerung der Belastung	31
10.4	Temperatur des Probekörpers	31
10.5	Verformung	31
10.6	Beobachtungen	31
10.7	Beendigung der Prüfung	31
11	Prüfergebnisse	31
11.1	Annehmbarkeit der Prüfergebnisse	31
11.1.1	Allgemeines	31
11.1.2	Verkohlungsprobekörper	31
11.1.3	Belastete Probekörper bei Versuchen im Großmaßstab	32
11.2	Darstellung der Prüfergebnisse	32
12	Prüfbericht	33
13	Beurteilung	34
13.1	Allgemeines	34
13.2	Beurteilung des Beginns der Verkohlung	34
13.3	Beurteilung der Verkohlungsrate	34
13.4	Korrektur für das Haftvermögen des Brandschutzsystems	35
13.5	Beurteilung der Versagenszeit	35
13.5.1	Allgemeines	35
13.5.2	Versuch im Großmaßstab mit Wand- oder Deckenelement	36
13.5.3	Versuch im Großmaßstab mit Balkenelement	36
14	Bericht der Beurteilung	36
15	Einschränkungen der Anwendbarkeit der Ergebnisse aus der Beurteilung	37
15.1	Allgemeines	37
15.2	Einschränkungen der Anwendbarkeit der Ergebnisse aus der Beurteilung	37
15.2.1	Allgemeines	37
15.2.2	Dicke des Brandschutzmaterials	37
15.2.3	Mehrlagige Schichten	38
15.2.4	Größe von Paneelen und Platten	38
15.2.5	Ausrichtung des Brandschutzsystems bei der Prüfung	38
15.2.6	Holz	38
15.2.7	Dämmstoffe	38

15.2.8	Befestigungen und Befestigungsmaterial.....	39
15.3	Zusätzliche Grenzen der Anwendbarkeit von Ergebnissen der Beurteilung bei bestimmten Bauarten	39
15.3.1	Wand- und Deckenkonstruktionen	39
15.3.2	Konstruktionen aus Balken und Stützen	39
Anhang A (normativ)	Versuch im Modellmaßstab.....	60
A.1	Allgemeines	60
A.2	Prüfeinrichtung, Einbau des Probekörpers und Prüflast.....	60
A.3	Ende des Versuchs im Modellmaßstab	60
Anhang B (informativ)	Übersicht der verfügbaren Verfahren nach EN 13381-7	63
B.1	Allgemeines	63
B.2	Brandschutzsysteme zur vorgesehenen Verwendung auf Holzrahmenwänden, Holzbalken und Holzstützen.....	63
B.3	Brandschutzsysteme zur vorgesehenen Verwendung auf Holzrahmendecken, Holzrahmenwänden, Holzbalken und Holzstützen.....	64
B.4	Brandschutzsysteme zur vorgesehenen Verwendung auf Holzbalken und Holzstützen.....	64
Anhang C (normativ)	Bestimmung der Eigenschaften von Brandschutzmaterialien	68
C.1	Einleitung	68
C.2	Dicke der Brandschutzmaterialien.....	68
C.2.1	Allgemeines	68
C.2.2	Brandschutzmaterialien in Form von Tafeln oder Platten/Matten.....	68
C.2.3	Beschichtungen bei passiven und reaktiven Brandschutzmaterialien und Systemen.....	69
C.3	Dichte der aufgetragenen Brandschutzmaterialien	70
C.4	Feuchtegehalt der angewandten Brandschutzmaterialien.....	71
Anhang D (normativ)	Befestigung von Thermoelementen für Holzbauteile und Holzrahmenanordnungen und Verlegung von Kabeln/Leitungen.....	72
D.1	Allgemeines	72
D.2	Arten von Thermoelementen.....	72
D.3	Befestigung von Thermoelementen.....	72
D.3.1	Allgemeines	72
D.3.2	Interne Thermoelemente	72
D.3.3	Thermoelemente an der Oberfläche des Holzbauteils	73
D.3.4	Thermoelemente in der Zwischenschicht des Brandschutzsystems und der Hohlraumdämmung	73
D.4	Leitungsweg (Routing) von Thermoelementdrähten	73
D.4.1	Allgemeines	73
D.4.2	Interne Thermoelemente	74
D.5	Anschluss von Thermoelementen	74
D.6	Versagen von Thermoelementen.....	74
Anhang E (informativ)	Berechnung der auf einen Probekörper im Großmaßstab aufzubringenden Last	77
E.1	Allgemeines	77
E.2	Beispiel 1: Lastberechnung eines Wandprobekörpers im Großmaßstab.....	77
E.3	Beispiel 2: Lastberechnung eines Balkenprobekörpers im Großmaßstab.....	79
Anhang F (informativ)	Beispiele für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Brandschutzsystems.....	80
F.1	Allgemeines	80
F.2	Beurteilung des Beginns der Verkohlung hinter dem Brandschutzsystem.....	80
F.3	Beurteilung der Verkohlungsrates hinter dem Brandschutzsystem	81
F.4	Korrektur für das Haftvermögen des Brandschutzsystems	82
F.5	Zeitpunkt des Verlusts des Haftvermögens des Brandschutzsystems.....	84
Anhang G (normativ)	Prüfverfahren für die Schmelzbrand- oder langsame Heizkurve.....	87

G.1	Einleitung	87
G.2	Prüfeinrichtung.....	87
G.3	Prüfbedingungen	87
G.4	Probekörper	87
G.5	Einbau der Probekörper	87
G.6	Konditionieren der Probekörper	87
G.7	Einsatz der technischen Ausrüstung	88
G.8	Prüfverfahren	88
G.9	Prüfergebnisse	88
G.10	Auswertung der Ergebnisse.....	88
Anhang H (informativ) Berechnung der Maße des Verkohlungsprobekörpers und des Probekörpers im Modellmaßstab		90
H.1	Einleitung	90
H.2	Berechnung der Dicke des Verkohlungsprobekörpers.....	90
H.3	Berechnung der Anzahl der Thermoelemente	91
H.4	Berechnung der Länge des Verkohlungsprobekörpers	91
H.5	Berechnung der Breite des Verkohlungsprobekörpers.....	91
H.6	Berechnung der Maße des Probekörpers im Modellmaßstab.....	92
Literaturhinweise.....		93

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13381-7:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 13381-7:2019 ersetzen.

Diese Europäische Norm ist Teil einer Normenreihe zur Bewertung des Beitrags von Brandschutzmaterialien zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen. Andere Teile dieser Norm sind:

Teil 1: Horizontal angeordnete Brandschutzbekleidungen

Teil 2: Vertikal angeordnete Brandschutzbekleidungen

Teil 3: Brandschutzmaßnahmen für Betonbauteile

Teil 4: Passive Brandschutzmaßnahmen für Stahlbauteile

Teil 5: Brandschutzmaßnahmen für profilierte Stahlblech/Beton-Verbundkonstruktionen

Teil 6: Brandschutzmaßnahmen für betonverfüllte Stahlverbund-Hohlstützen

Teil 8: Reaktive Ummantelung von Stahlbauteilen

Teil 9: Brandschutzmaßnahmen für Stahlträger mit Stegöffnungen

Teil 10: Brandschutzmaßnahmen für Stahl-Vollstäbe unter Zugbeanspruchung

prEN 13381-7:2023 beinhaltet die folgenden wesentlichen technischen Änderungen im Vergleich zu EN 13381-7:2019:

- a) es wurden neue Prüfverfahren eingeführt, um die verschiedenen Anwendungsbereiche von Brandschutzsystemen für Massivholzprodukte und Holzrahmenbau in horizontaler und vertikaler Lage sowie die in EN 1995-1-2 verfügbaren Modelle zu berücksichtigen;
- b) belastete Prüfungen werden mit Probekörper im Großmaßstab je nach Verwendungszweck an Balken, Wänden oder Decken durchgeführt;
- c) der Beginn der Verkohlung und das Haftvermögen werden mit Thermoelementen auf der Oberfläche der Holzbauteile eines Balkenprobekörpers oder eines Holzrahmenprobekörpers gemessen;
- d) die Verkohlung hinter einem Brandschutzsystem wird mit Verkohlungsproben gemessen, die in die Hohlraumdämmung eines Holzrahmenprobekörpers eingebettet sind;
- e) EN 1995-1-2:2004 (3.4.3.1) legt fest: „ab dem Zeitpunkt t_a , zu dem die Abbrandtiefe dem kleineren Wert entweder der Abbrandtiefe eines gleichen Bauteils ohne Brandschutzbekleidung oder 25 mm entspricht, die Abbrandrate wieder die Werte nach Tabelle 3.1 annimmt.“ Ausgehend von den Erfahrungen aus Brandversuchen, die nach früheren Fassungen von EN 13381-7 durchgeführt wurden, hat sich gezeigt, dass dieser Abschnitt für einige passive Brandschutzsysteme, die auch über eine Verkohlungstiefe von 25 mm hinaus Schutz bieten können, zu restriktiv ist. Daher wird in dieser Prüfnorm der Grenzwert von 25 mm nicht angewendet;

- f) die Interpolation von Ergebnissen für unterschiedliche Dicken von Brandschutzsystemen ist nicht zulässig;
- g) die Verwendung von Prüfergebnissen für unterschiedliche Ausrichtungen, die bei Prüfungen in einer Ausrichtung erzielt wurden, ist festgelegt.

Einleitung

WARNHINWEIS — 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 Laborpersonal die schriftlichen Sicherheitsanweisungen stets befolgt.

Die jeweiligen Gesundheits- und Sicherheitshinweise in diesem Dokument sollten befolgt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages von Brandschutzsystemen zum Feuerwiderstand von tragenden Holzbauteilen fest.

Derartige Brandschutzsysteme schließen Verkleidungen, aufgesprühte Brandschutzmaterialien und reaktive Beschichtungen ein.

Das Verfahren gilt für alle Brandschutzsysteme zum Schutz von Holzbauteilen. Diese können direkt, sowohl vollständig als auch teilweise, an dem Holzbauteil befestigt sein, oder sie können einen Luftspalt zwischen dem Brandschutzsystem und dem Holzbauteil als festen Bestandteil der konstruktiven Gestaltung enthalten.

Die Bewertung von Holzkonstruktionen, die durch horizontale oder vertikale Brandschutzbekleidungen geschützt sind, ist in EN 13381-1 oder EN 13381-2 behandelt.

Das Prüfverfahren ist zur Bestimmung des Beitrages von Brandschutzsystemen zum Feuerwiderstand von tragenden Holzbauteilen und nichttragenden Teilen des Bauwerks, einschließlich Decken, Dächern, Wänden, Balken und Stützen, geeignet.

Dieses Dokument enthält die Brandprüfung, die die zur Bestimmung der Fähigkeit des Brandschutzsystems mit einer bestimmten Dicke durchzuführende Prüfung festlegt, den Temperaturanstieg im gesamten Holzbauteil zu verzögern. Die Brandprüfung dient der Bestimmung der Fähigkeit des Brandschutzsystems, bei einer bestimmten festgelegten Dicke kohärent und fest mit dem Holzbauteil verbunden zu bleiben, und der Bereitstellung von Daten für die Bestimmung der Verkohlungsrate des geschützten Prüfbauteils, wenn es der Einheits-Temperatur-Zeitkurve nach den hier festgelegten Verfahren ausgesetzt wird. Dieses Dokument ist nicht geeignet, um die geprüfte Zusammenstellung von Bauteilen nach EN 13501-2 zu klassifizieren.

Die Prüfung des reaktiven Schutzmaterials mittels einer Temperatur-Zeit-Schwelbrand-Kurve und die besonderen Umstände dafür sind in Anhang G detailliert beschrieben.

Die Verfahrensweise der Brandprüfung bietet Möglichkeiten zur Erfassung und Darstellung von Messwerten, die direkt als Eingangswerte zur Berechnung des Feuerwiderstands von Holzbauteilen entsprechend den Verfahren nach EN 1995-1-2 verwendet werden können.

Eine Beschreibung des Zusammenhangs dieses Prüfverfahrens und der Beurteilung der daraus erhaltenen Ergebnisse nach EN 1995-1-2 und Anleitungen für die Anwendung dieses Prüfverfahrens in Übereinstimmung mit der genannten Norm sind in Anhang B angegeben.

Dieses Dokument enthält auch die Beurteilung, die angibt, wie die Analyse der Messwerte erfolgen sollte, und gibt Anleitungen zu den Verfahren, mit denen eine Interpolation vorgenommen werden sollte.

Die Anwendbarkeitsgrenzen der aus der Beurteilung der Brandprüfung hervorgehenden Ergebnisse sind zusammen mit der direkten Anwendung der Ergebnisse auf unterschiedliche Holzkonstruktionen mit der angegebenen Dicke und Befestigung des aufgetragenen, untersuchten Brandschutzsystems festgelegt.

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 301, *Klebstoffe, Phenoplaste und Aminoplaste, für tragende Holzbauteile — Klassifizierung und Leistungsanforderungen*

EN 338, *Bauholz für tragende Zwecke — Festigkeitsklassen*

EN 823, *Wärmedämmstoffe für das Bauwesen — Bestimmung der Dicke*

EN 1995-1-1, *Eurocode 5 — Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 1-1: Allgemeines — Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1995-1-2:2004, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall*

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

EN 1363-2, *Feuerwiderstandsprüfungen — Teil 2: Alternative und ergänzende Verfahren*

EN 1365-1, *Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile — Teil 1: Wände*

EN 1365-2, *Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile — Teil 2: Decken und Dächer*

EN 1365-3, *Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile — Teil 3: Balken*

EN 12467, *Faserzement-Tafeln — Produktspezifikation und Prüfverfahren*

EN 13162, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) — Spezifikation*

EN 13381-8, *Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen — Teil 8: Reaktive Ummantelung von Stahlbauteilen*

EN 14080, *Holzbauwerke — Brettschichtholz und Balkenschichtholz — Anforderungen*

EN 14081-1, *Holzbauwerke — Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 15425, *Klebstoffe — Einkomponenten-Klebstoffe auf Polyurethanbasis (PUR) für tragende Holzbauteile — Klassifizierung und Leistungsanforderungen*

EN ISO 2808, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Schichtdicke (ISO 2808)*

EN ISO 13943, *Brandschutz — Vokabular (ISO 13943)*

ISO 8421-2, *Fire protection — Vocabulary — Part 2: Structural fire protection*

ISO 834-12, *Fire resistance tests — Elements of building construction — Part 12: Specific requirements for separating elements evaluated on less than full scale furnaces*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1363-1, EN ISO 13943 und ISO 8421-2 und die folgenden Begriffe.

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

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1.1

Platte

Teil eines Bausatzes aus gewöhnlich nicht reaktivem Material, das als Teil oder als Brandschutzmaterial verwendet wird

3.1.2

Hohlraumdämmung

Steinwollgedämmung in Matten, mit der Brandverhaltensklasse A1 und einer Dichte von 30 kg/m^3 ($\pm 5 \text{ kg/m}^3$), die zwischen Holzunterzügen oder Ständern über deren gesamte Tiefe hinweg in Holzrahmenanordnungen, die in Übereinstimmung mit diesem Dokument geprüft wurden, zu positionieren sind, um eine Last auf das Brandschutzsystem und einen Wärmestau darin auf der brandbeanspruchten Seite zu erreichen

3.1.3

Verkohlungsline

Grenzlinie zwischen der Verkohlungsschicht und dem verbleibenden Querschnitt, die mit der Lage der 300-Grad-Celsius-Isotherme als gleich anzunehmen ist

3.1.4

Verkohlungstiefe

Abstand zwischen der ursprünglichen Oberfläche des Holzbauteils und der Verkohlungsline

3.1.5

Verkohlungsprobekörper

nichttragende, instrumentierte Schichtholzprobe, die eine in einen Probekörper im Großmaßstab oder einen Probekörper im Modellmaßstab eingearbeitete Temperaturmessstelle enthält, um die Verkohlung hinter einem Brandschutzsystem zu verfolgen

3.1.6

Versagenszeit

Zeitpunkt, zu dem das Versagen des Brandschutzsystems durch Ablösung eines bedeutenden Bereichs oder einen plötzlichen signifikanten Temperaturanstieg der anfänglich geschützten Holzoberfläche auftritt

3.1.7

Brandschutzmaterial

Material oder eine Kombination von Materialien, das/die auf die Oberfläche eines Holzbauteils aufgebracht wird/werden, um dessen Feuerwiderstandsfähigkeit zu erhöhen

3.1.8

Brandschutzsystem

Brandschutzmaterial zusammen mit einer vorgeschriebenen Verfahrensweise der Befestigung am Holzbauteil; das Brandschutzsystem kann mehrlagige Materialien oder eine Kombination aus mehrlagigen Materialien enthalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Brandschutzsystem kann passive oder reaktive Materialien umfassen.

3.1.9

Versuch im Modellmaßstab

Prüfverfahren zum Bestimmen der Verkohlungsrate während der geschützten Verkohlungsphase auf einem Ofen im Großmaßstab oder im kleineren Maßstab, je nach Maß des Probekörpers im Modellmaßstab

3.1.10

passive Brandschutzmaterialien

Materialien, die unter Brandeinwirkung ihre physikalische Form nicht verändern und ihre Brandschutzfunktion aufgrund ihrer physikalischen oder thermischen Materialeigenschaft erreichen; diese Materialien können Wasser enthalten, das bei Brandbeanspruchung entweicht und dabei einen Abkühleffekt verursacht

3.1.11

reaktive Brandschutzmaterialien

Materialien, die in besonderer Weise zusammengesetzt sind, um bei Brandbeanspruchung derart chemisch zu reagieren, dass sich ihre Form verändert und so durch die dabei bewirkten Wärmedämmungs- und Kühlungseffekte eine Brandschutzwirkung erreichen

3.1.12

Holzbauteil

Bauteil der Baukonstruktion, das sowohl tragend als auch nichttragend sein kann und das im Wesentlichen aus Vollholz und/oder anderen holzbasierten Produkten besteht

3.1.13

Brandschutzmaßnahme

Schutzmaßnahme am Holzbauteil durch das Brandschutzsystem, wodurch der Temperaturanstieg des Holzbauteils und der Befestigungen während der Brandbeanspruchung begrenzt oder verzögert bleibt

3.1.14

Haftvermögen

Fähigkeit eines Brandschutzmaterials, ohne Versagen durch Ablösen eines signifikanten Bereichs oder einen plötzlichen signifikanten Temperaturanstieg der anfänglich geschützten Holzoberfläche ausreichend formstabil und in Position zu verbleiben

3.1.15

Temperaturmessstelle

Anzahl von in unterschiedlichen Tiefen innerhalb des Verkohlungsprobekörpers eingebauten Thermoelementen, die für einen begrenzten Bereich repräsentativ sind

3.1.16

Probekörper

Zusammenbau des Holz- oder holzbasierten Bauteils mit dessen Brandschutzsystem

3.1.17

Traverse

starrer Träger mit einem Höhe-Breite-Verhältnis von gleich oder weniger als 1,0, der bei Versuchen im Großmaßstab verwendet wird, um die Last gleichmäßig platziert auf der Oberseite des Deckenprobekörpers im Großmaßstab oder des Wandprobekörpers im Großmaßstab zu verteilen

3.1.18

Beginn der Verkohlung

Zeitpunkt, zu dem die Temperaturmessung an einer zunächst brandgeschützten Holzoberfläche den Wert von 300 °C erreicht oder überschreitet

3.1.19

Holzfehler

Äste, Rindentaschen, Harzgallen, Markröhren oder Risse

3.1.20

Versuch im Großmaßstab

Prüfung unter Belastung, um den Beginn der Verkohlung hinter dem Brandschutzsystem und das Haftvermögen eines Brandschutzsystems (aufgetragen auf einen horizontalen oder vertikalen Rahmenaufbau oder auf einen Holzbalken) auf einem Großversuchsofen zu bestimmen

3.2 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Einheiten:

Symbol	Einheit	Bezeichnung
A	mm ²	Fläche
$E_{0,05}$	N/mm ²	fünfter Perzentil-Wert des Elastizitätsmoduls
I_z	mm ⁴	Flächenträgheitsmoment um die z-Achse
L_{exp}	mm	Länge des beflamnten Probekörpers
L_{sup}	mm	Länge des Probekörpers zwischen den Mitten von Auflagern
T	°C	Temperatur
TC		Thermoelement
b	mm	Breite des Probekörpers im Großmaßstab
c	mm	Mittenabstand von belasteten Unterzügen
d	mm	vertikaler Abstand zwischen horizontalen Balken
d_{char}	mm	Verkohlungstiefe
d_{TC}	mm	Abstand des Thermoelements von der beflamnten Seite des Holzbauteils
$f_{c,0,d}$	N/mm ²	Bemessungswert der Druckfestigkeit in Faserrichtung
$f_{c,0,k}$	N/mm ²	charakteristische Druckfestigkeit in Faserrichtung
h	mm	Tiefe des Holzbauteils Höhe eines Probekörpers im Großmaßstab Länge des Probekörpers für den Versuch im Modellmaßstab Höhe der Unterzüge bei einem Versuch im Großmaßstab mit Wandelement
h_c	mm	Höhe der Porenbetonplatte
h_D	mm	Dicke des Belags vom Deckenelement für den Versuch im Großmaßstab
h_p	mm	Dicke des Brandschutzsystems. Im Fall von zwei oder mehr Schichten des Brandschutzmaterials ist h_p die Summe der Dicken.
h_D	mm	Dicke des Belags an der unbeflamnten Seite von Wandprobekörper und Deckenprobekörper im Großmaßstab

Symbol	Einheit	Bezeichnung
i_z	mm	Trägheitsradius um die z-Achse
k_{mod}		Modifikationsfaktor für die Dauer der Belastung und den Feuchtegehalt
k_2		Schutzbeiwert
l	mm	Länge des Wandprobekörpers im Großmaßstab
l_c	mm	Länge der Porenbetonteile
l_a	mm	Länge der in das Rohholz eindringenden mechanischen Befestigung
$l_{a,0}$	mm	Verankerungslänge der in das Holz eindringenden mechanischen Befestigung bei $t = 0$
l_m	mm	Messlänge. Länge, wo Thermoelemente verteilt sind.
$l_{m,i}$	mm	Messlänge, wo Thermoelemente einer Temperaturmessstelle verteilt sind; i von 1 bis 3
l_s	mm	Länge des Probekörpers für den Versuch im Modellmaßstab
s	mm	Abstand zwischen Thermoelementen
s_f	mm	Mindestabstand zu den Ofenwänden
t	min	Zeit
t_{ch}	min	Beginn der Verkohlung an der Oberfläche des Holzbauteils
$t_{ch,model}$	min	Zeit, in der die mittlere Oberflächentemperatur des auf dem Probekörper für den Versuch im Modellmaßstab angebrachten Thermoelements 300 °C erreicht
$t_{ch,1}$	min	angenommener Beginn der Verkohlung zur Berechnung der Verkohlungstiefe des Probekörpers und der Anzahl der benötigten Thermoelemente
t_{300}	min	Zeit, bei der die angezeigte Temperatur eines an der Oberfläche des Holzbauteils oder an einer festgelegten Stelle im Inneren eines geschützten Holzbauteils angebrachten Thermoelements 300 °C erreicht
t_f	min	Versagenszeit des Schutzes für das Haftvermögen
t_{test}	min	Zeit bis zur Beendigung der Prüfung
w_c	mm	Breite der Porenbetonteile
w_f	mm	Breite der Öffnung, an der das geprüfte Betonbauteil befestigt wird
w_s	mm	Breite des Verkohlungsprobekörpers
x	mm	Mittenabstand zwischen den ersten beiden äußeren Unterzügen oder Ständern eines Wandprobekörpers im Großmaßstab oder eines Deckenprobekörpers im Großmaßstab
		Länge eines Fehlers
β	mm/min	Verkohlungsrate
β_o	mm/min	eindimensionale Verkohlungsrate nach EN 1995-1-2
β_n	mm/min	über einen Versuch bestimmte Verkohlungsrate nach EN 1995-1-2
β_2	mm/min	Verkohlungsrate hinter einem Brandschutzsystem nach EN 1995-1-2
γ_M		Teilfaktor für Materialeigenschaften, unter Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Maßabweichungen
λ_D	W/mK	Nennwert der Wärmeleitfähigkeit nach EN 13162

Symbol	Einheit	Bezeichnung
λ_y		Schlankheitsverhältnis entsprechend Biegung um die y-Achse
$\lambda_{rel,y}$		relatives Schlankheitsverhältnis entsprechend Biegung um die y-Achse
λ_z		Schlankheitsverhältnis entsprechend Biegung um die z-Achse

4 Prüfeinrichtung

4.1 Allgemeines

Der Prüfofen und die Prüfeinrichtung müssen den Festlegungen in EN 1363-1 entsprechen.

4.2 Ofen

Der Prüfofen muss so ausgelegt sein, dass die Aufnahme der in Abschnitt 6 festgelegten Maße der zu beflamenden Probekörper sowie deren Einbau im Prüfofen nach Abschnitt 7 möglich ist.

4.3 Belastungseinrichtung

Die Belastungseinrichtung muss der entsprechen, die in EN 1363-1 festgelegt ist. Das Belastungssystem muss es zulassen, eine Belastung in der in 5.3 festgelegten Größenordnung aufzubringen.

5 Prüfbedingungen

5.1 Prüfverfahren

Bei der Durchführung dieser Prüfung müssen die in EN 1363-1 angegebenen Verfahren befolgt werden, sofern in diesem Dokument keine besonderen gegenteiligen Anweisungen gegeben werden.

An Holzwänden, Holzböden oder Holzbalken müssen Versuche im Großmaßstab vorgenommen werden.

Die Verkohlung hinter einem Brandschutzsystem muss mit dem Einbau von mindestens drei Verkohlungsprobekörpern bei den Probekörpern im Großmaßstab oder im Modellmaßstab bestimmt werden (siehe Anhang A).

Die Prüfverfahren nach EN 1365-1, EN 1365-2 oder EN 1365-3 und Probekörper entsprechend der Verwendung des vom Auftraggeber festgelegten Brandschutzmaterials müssen unter Einbeziehung folgender zusätzlicher Festlegungen befolgt werden:

- die Oberflächentemperatur der Holzbauteile;
- die Temperatur über die gesamte Höhe der Verkohlungsprobekörper;
- das allgemeine Verhalten des Brandschutzsystems; und
- sein Versagen unter Brandlast in Verbindung mit Durchbiegung während der Prüfung

müssen durch die in diesem Dokument beschriebenen zusätzlichen Instrumente untersucht werden.

5.2 Auflager- und Einspannbedingungen

Sämtliche Auflager dürfen nicht der Verformung unter Last entgegenwirken und müssen in der Lage sein, sich ausreichend zu bewegen. Die Einspannbedingungen müssen die seitliche Stabilität der Porenbetonabdeckung sicherstellen.

- Der Wandprobekörper muss mit zwei freien vertikalen Rändern, wie in Bild 5 dargestellt, geprüft werden. Die oberen und unteren Enden sollten so abgestützt sein, wie in Bild 6 oder Bild 7 ersichtlich ist.
- Der Deckenprobekörper muss eine an einer Seite verbundene Stütze und eine Stütze mit Rollen an der anderen Seite haben, so dass die Bewegung und längsseitige Verformung ermöglicht wird. Der Deckenprobekörper darf nicht in seiner Bewegung parallel zu den Unterzügen beeinträchtigt werden. Zu diesem Zweck wird der Probekörper für die Prüfung als gleichlaufendes, einfach gestütztes Stück mit zwei freien Kanten bereitgestellt, wie in Bild 8 dargestellt.
- Der Balkenprobekörper muss eine an einer Seite verbundene Stütze und eine Stütze mit Rollen an der anderen Seite haben, so dass die Bewegung und längsseitige Verformung, wie in Bild 16 dargestellt, ermöglicht wird.
- Der Probekörper für den Versuch im Modellmaßstab muss auf einem Ofenrahmen platziert werden.

5.3 Belastungsbedingungen

Die Belastung muss auf alle Probekörper aufgebracht werden, mit Ausnahme des Probekörpers im Modellmaßstab.

Für die Berechnung der Knickfestigkeit oder Biegetragfähigkeit der Probekörper im Großmaßstab muss entweder nur der Widerstand des Holzunterzugs oder nur der Widerstand des Holzbalkens berücksichtigt werden. Verbundwirkungen dürfen nicht beachtet werden.

- Wenn die verwendete(n) Traverse(n) aus Stahl oder einem anderen stark leitenden Material ist/sind, müssen sie mit Hilfe eines geeigneten Wärmedämmstoffs von der Oberfläche des Deckenprobekörpers isoliert werden. Belastungsbedingungen für Versuch im Großmaßstab mit Wandelement: Die Größe und Verteilung der auf die Probe aufgetragenen Last müssen unter Berücksichtigung der Masse des Belastungssystems berechnet werden. Die Maximalwirkung von der gesamten aufgetragenen Last muss 30 % der Knickfestigkeit bei Normaltemperatur mit $\gamma_m = 1,25$ und $k_{mod} = 1,0$ nach EN 1995-1-1 betragen.
- Belastungsbedingungen für Versuch im Großmaßstab mit Deckenelement: Die Größe und die Verteilung der auf die Probe aufgetragenen Last müssen unter Berücksichtigung des Eigengewichts des Probekörpers (gemessen oder aus Proben der Bauteile durch Berechnung abgeleitet) und der Masse des Belastungssystems berechnet werden. Die Streckenlast muss symmetrisch entlang der beiden diagonalen Belastungsstrecken auf den Probekörper aufgebracht werden, jeweils in einer entsprechenden Entfernung ($l/4$) von den jeweiligen Stützen. Das Verhältnis der Gesamtlast (P), die an jedem der Belastungspunkte aufgebracht wird, muss den Vorgaben aus Bild 8 und Bild 16 entsprechen. Die Belastung muss Spannungen produzieren, die in etwa einer gleichförmig verteilten Belastung auf den diagonal verlaufenden Belastungsstrecken entsprechen.

Die gesamte Kontaktfläche zwischen der Traverse und der Kontaktplatte und dem Belag des Probekörpers im Großmaßstab muss der Festlegung in EN 1363-1 entsprechen, vorausgesetzt die Traverse verfügt über eine ausreichend hohe Biegesteifigkeit, um für die erforderliche Verteilung der Belastung zu sorgen.

Die Maximalwirkung der gesamten aufgetragenen Last (P) muss in der Mitte der Spannweite der Probekörper 60 % der Knickfestigkeit bei Normaltemperatur mit $\gamma_m = 1,25$ und $k_{mod} = 1,0$ nach EN 1995-1-1 betragen.

- Belastungsbedingungen für Balken: Die Größe und die Verteilung der auf den Probekörper aufgetragenen Last müssen unter Berücksichtigung des Eigengewichts des Probekörpers (gemessen oder aus Proben der Bauteile durch Berechnung abgeleitet), des Eigengewichts der Porenbetonabdeckung und der Masse des Belastungssystems berechnet werden. Die Belastung muss symmetrisch in Form eines Zwei-Punkte-Belastungssystems auf den Probekörper aufgebracht werden, jeweils in einer entsprechenden Entfernung ($l/4$) von den jeweiligen Stützen. Das Verhältnis der Gesamtlast (P), die an jedem der Belastungspunkte aufgebracht wird, muss den Vorgaben aus Bild 16 entsprechen. Die Belastung muss Spannungen produzieren, die in etwa einer gleichförmig verteilten Belastung auf der diagonal verlaufenden Belastungsstrecke entsprechen. Punktlasten sind über Lastverteilungsbalken oder -platten (Bild 16 bis Bild 18) auf den Probekörper aufzubringen.

Die Maximalwirkung der gesamten aufgetragenen Last (P) muss in der Mitte der Spannweite der Probekörper 60 % der Knickfestigkeit bei Normaltemperatur mit $\gamma_m = 1,25$ und $k_{mod} = 1,0$ nach EN 1995-1-1 betragen. Die von der aufgetragenen Last induzierte Scherbeanspruchung darf die maximale Scherfestigkeit nicht überschreiten.

Anhang E können Beispiele für Lastberechnungen entnommen werden.

6 Probekörper

6.1 Allgemeines

Die Probekörper müssen so ausgelegt sein, dass sie mindestens der geforderten Zeitspanne bis zum Versagen des Schutzsystems standhalten.

Die Prüfung(en) ist/sind im Hinblick auf den Anwendungsbereich der Bewertung zu wählen.

Die Prüfergebnisse der (des) Versuche(s) im Großmaßstab sind zur Bestimmung der Anfangszeit der Verkohlungsrate hinter dem Brandschutzsystem und des Haftvermögens des geprüften Schutzsystems zu verwenden.

Es muss eine Prüfung im Modellmaßstab durchgeführt werden, um weitere Informationen zu erhalten (siehe Anhang A). Die Ergebnisse einer Prüfung im Modellmaßstab geben keine Informationen über das Haftvermögen des Brandschutzsystems. Die Ergebnisse müssen verwendet werden, um den Beginn der Verkohlung eines Brandschutzsystems im Versuch im Großmaßstab in Bezug auf Schmelzbrandkurven zu beurteilen, siehe 6.2.2.

6.2 Anzahl

6.2.1 Allgemeines

Die durchzuführende(n) Prüfung(en) muss/müssen den Festlegungen nach 5.1 entsprechen. Bei jedem nach Normenreihe EN 1365 anzuwendenden Prüfverfahren muss Folgendes durchgeführt werden:

a) damit die Prüfergebnisse auf Decken anwendbar sind (und somit nach 15.1 auf Wände):

- ein Versuch im Großmaßstab mit Deckenelement mit drei eingearbeiteten Verkohlungsprobekörpern und mit einer vom Auftraggeber geforderten Dicke des Brandschutzsystems.

- b) nur für Wände geltende Prüfergebnisse:
 - ein Versuch im Großmaßstab mit Wandelement mit drei eingearbeiteten Verkohlungsprobekörpern und mit einer vom Auftraggeber geforderten Dicke des Brandschutzsystems.
- c) nur für Balken geltende Prüfergebnisse (und somit nach 5.1 für Stützen):
 - ein Versuch im Großmaßstab mit Balkenelement mit drei eingearbeiteten Verkohlungsprobekörpern und mit einer vom Auftraggeber geforderten Dicke des Brandschutzsystems.

6.2.2 Variationen von Brandschutzsystemen

Um weitere Messwerte für das Brandschutzsystem zu ermitteln, müssen zusätzliche Probekörper geprüft werden, wenn Folgendes zu berücksichtigen ist:

- unterschiedliche Konstruktions- und Befestigungsvarianten: Für jede Variable muss ein Probekörper im Großmaßstab bei vom Auftraggeber geforderter Minstdicke des Brandschutzsystems geprüft werden;
- die Prüfung der Schwelbrandkurve (siehe Anhang G). Ein Versuch im Modellmaßstab für die im Versuch im Großmaßstab geprüfte Minstdicke.

6.3 Maße der Probekörper

Die Probekörper müssen den Anforderungen der Normenreihe EN 1365 und den Vorgaben des Auftraggebers entsprechen mit zusätzlichen Anforderungen an die technische Ausrüstung und den Prüfaufbau, die in diesem Dokument festgelegt sind.

- Wandprobekörper im Großmaßstab: die Maße der beflamten Wände müssen EN 1365-1 entsprechen. Die Höhe des Hohlraums entspricht der Höhe der eingearbeiteten Verkohlungsprobekörper oder ist höher.
- Deckenprobekörper im Großmaßstab: die Maße der beflamten Decke müssen nach EN 1365-2 mindestens eine Länge von 4 000 mm und eine Breite von 3 000 mm aufweisen. Die Höhe des Hohlraums entspricht der Höhe der eingearbeiteten Verkohlungsprobekörper oder ist höher.
- Balkenprobekörper im Großmaßstab: die Länge des beflamten Balkens muss nach EN 1365-3 mindestens eine Länge von 4 000 mm aufweisen. Die Maße des Holzbalkens entsprechen der Dauer der Brandprüfung.
- Probekörper im Modellmaßstab: Die Maße des Probekörpers müssen Bild A.1 entsprechen. Die Maße sind so zu wählen, dass drei Temperaturmessstellen auf einen Probekörper passen.

Die Maße des Verkohlungsprobekörpers müssen nach 6.4.2 berechnet werden.

Für Brandschutzsysteme mit Tafeln, Platten oder Fasermatten: Die Probekörper im Großmaßstab müssen mindestens eine Abmessung in Originalgröße des in der Praxis eingesetzten Brandschutzsystems haben.

6.4 Konstruktion

6.4.1 Allgemeines

Alle Probekörper müssen mit drei eingebauten Verkohlungsprobekörpern montiert werden.

Die Probekörper im Großmaßstab müssen aus Holzbauteilen gefertigt werden, deren Tragfähigkeit nach EN 1995-1-2 berechnet werden kann.

Die Prüfkonstruktion für die Prüfung von Brandschutzsystemen mit einer einzigen Schicht kann ohne integrierte Verkohlungsprobekörper geprüft werden, wenn zusätzlich ein Versuch im Modellmaßstab durchgeführt wird.

6.4.2 Verkohlungsprobekörper

Mit Hilfe der Verkohlungsprobekörper und eingeschobener Thermoelemente ist die Verkohlung hinter einem Brandschutzsystem zu bestimmen. Bei einer Brandprüfung sind mindestens drei Verkohlungsprobekörper einzubeziehen.

Der Verkohlungsprobekörper besteht aus einem bis drei instrumentierten Balken, die auf den Breitseiten durch äußere Balken vor Hitze einwirkung geschützt sind, siehe Bild 1.

Der Verkohlungsprobekörper wird aus Holzbalken derselben Charge zusammengestellt. Alle Balken, die zum Zusammenbau eines Probekörpers im Modellmaßstab verwendet werden, müssen eine rechteckige Form haben, und die Verdrehung der Mittellinie ist durch geeignete Verarbeitung zu minimieren. Die Balken dürfen eine Dichteabweichung von nicht mehr als 10 % vom Mittelwert aller zur Herstellung der Verkohlungsprobekörper verwendeten Balken haben. Das Ausgangsmaterial für die Balken muss möglichst wenige Holzfehler haben; Löcher sind nicht zulässig.

Der (die) instrumentierte(n) Balken muss (müssen) eine gehobelte Breite von $w = 30$ mm haben. Dieser (diese) Balken ist (sind) nach Anhang D mit internen Thermoelementen zu instrumentieren. Thermoelemente müssen an der Oberfläche der instrumentierten Balken ($TC_{1,i}$) angebracht und in den (die) instrumentierten Balken eingesetzt und an der Mittellinie, wie in Bild 1 und Bild 3 dargestellt, platziert werden. Der horizontale Mindestabstand für einen fehlerfreien Abschnitt muss $s = 20$ mm betragen, benachbarte Thermoelemente sind mit zunehmender Tiefe von 6 mm Abstand zu platzieren.

Die Höhe h des Verkohlungsprobekörpers hängt von der Anzahl der Thermoelemente n an der Temperaturmessstelle ab. Die Anzahl der Thermoelemente n ist abhängig von der Versagenszeit des Brandschutzsystems; Thermoelemente sind so zu platzieren, dass die Verfolgung der Verkohlungstiefe während der gesamten Prüfdauer möglich ist.

Die Höhe h des Verkohlungsprobekörpers muss 80 mm höher sein als die Tiefe des letzten Thermoelements (siehe Bild 3), um den Einfluss der Bedingungen auf der nicht beflamten Seite zu verhindern. Die Mindesthöhe des Verkohlungsprobekörpers muss berechnet werden mit

$$h = \frac{t - t_{ch,1}}{k_{2,1}\beta_0} + 80 \quad (1)$$

Dabei ist

β_0 die eindimensionale Verkohlungsrate nach EN 1995-1-2;

$k_{2,1}$ der angenommene Schutzbeiwert für die Verkohlung hinter dem Brandschutzsystem: 0,7 für Systeme, die auf Mineralstoffen oder Gips basieren, 0,9 für reaktive Beschichtungen;

t die zeitliche Dauer der Brandprüfung;

$t_{ch,1}$ der angenommene Beginn der Verkohlung hinter dem Brandschutzsystem.

Der angenommene Beginn der Verkohlung $t_{ch,1}$ kann durch frühere Erfahrungen des Prüflabors oder des Auftraggebers, mit Hilfe eines Versuchs im Modellmaßstab oder der folgenden Empfehlungen abgeschätzt werden:

Bei holzbasierten Materialien: $t_{ch,1} = \frac{h_p}{\beta_{0,\rho,t}}$

Bei auf Gips basierten Materialien: $t_{ch,1} = 1,8h_p - 7$

Bei mineralisch gebundenen Materialien: $t_{ch,1} = h_p$

Bei reaktiven Brandschutzbeschichtungen: $t_{ch,1} = 10h_p$

Dabei ist

$\beta_{0,\rho,t}$ die eindimensionale Verkohlungsrate bei Holzwerkstoffen nach EN 1995-1-2.

Die Messlänge einer Temperaturmessstelle l_m , die in ein bis drei instrumentierte Balken eingefügt wird, ist abhängig von der Anzahl n der Thermoelemente, die voneinander oder von Holzfehlern im Mindestabstand $s = 20$ mm angeordnet sind.

$$l_{m,i} = s(n + 2) \quad (2)$$

Dabei ist

s der Abstand zwischen den Thermoelementen;

n die Anzahl der Thermoelemente in verschiedenen Tiefen.

Die Position der Thermoelemente darf aufgrund von Fehlern angepasst werden, die die Länge des Probekörpers vergrößern können. In Abhängigkeit von der Holzqualität empfiehlt es sich, den Abstand s bis 50 mm für die Berechnung der Länge des Probekörpers anzunehmen.

Die maximale Länge des Verkohlungsprobekörpers in Versuchen im Großmaßstab mit Wand- oder Deckenelement entspricht dem Platz zwischen den tragenden Holzbauteilen, Unterzügen oder Ständern. Wenn die Länge l_m größer ist als der Platz, muss die Länge auf bis zu drei instrumentierte Balken verteilt werden.

Der (die) instrumentierte(n) Balken für die Temperaturmessungen müssen gegen den Wärmefluss von den Breitseiten durch nicht instrumentierte äußere Balken geschützt werden. Nicht instrumentierte Balken ($w \geq 30$ mm) werden auf jeder Seite des (der) instrumentierten Balken(s) verklebt. Die Breite der auf einer Seite befestigten, nicht instrumentierten Balken darf nicht geringer als 120 mm sein, damit eine eindimensionale Wärmeübertragung an den internen Thermoelementen geboten ist. Die unteren Seiten aller Holzbalken müssen miteinander laminiert werden, damit die Oberfläche eben ist. Die maximale Breite von Verkohlungsprobekörpern in Versuchen im Großmaßstab mit Wand- oder Deckenelement beträgt $w_{s,max} = 330$ mm.

Ein Beispiel für die Berechnung der Maße des Verkohlungsprobekörpers ist in Anhang H angeführt.

An dem Verkohlungsprobekörper dürfen keine mechanischen Befestigungen (z. B. Schrauben oder Nägel) angebracht sein. Mechanische Befestigungen sind nur für Probekörper im Modellmaßstab gestattet, siehe 6.4.6. Der das verleimte Brettschichtholz verwendete Klebstoff muss die Anforderungen aus EN 301 oder EN 15425 erfüllen. Abweichend von allen Vorschriften kann der angegebene Verklebungsdruck vernachlässigt werden. Die Zeitdauer vom Hobeln bis zur Verklebung muss weniger als 6 h betragen.

ANMERKUNG 1 Zum Verkleben des Verkohlungsprobekörpers ist es angebracht, die vertikalen relativen Positionen der Balken, z. B. durch Nägel oder Dübel, sicherzustellen, siehe Bild A.2. Es muss sichergestellt werden, dass Nägel oder Dübel in ausreichendem Abstand zu den Thermoelementen, außerhalb des erhitzten Bereichs, platziert werden.

ANMERKUNG 2 Ausreichender Verklebungsdruck zur Herstellung von Verkohlungsprobekörpern kann durch die Verwendung von Schraubzwingen in G-Form im Abstand von jeweils 200 mm erreicht werden.

6.4.3 Wandprobekörper im Großmaßstab

Der Wandprobekörper im Großmaßstab besteht aus tragenden Ständern, einer Hohlraumdämmung, einem Belag auf der unbeflammten Seite und einem Brandschutzsystem auf der beflamten Seite, siehe Bild 5.

Der Wandprobekörper im Großmaßstab muss mindestens drei eingearbeitete, zwischen benachbarten tragenden Ständern gelegene Verkohlungsprobekörper aufweisen, wie Bild 10 zu entnehmen ist. Beim Einbau des Verkohlungsprobekörpers sind die Mindestabstände von den Rändern des Wandprobekörpers im Großmaßstab zu beachten, wie in Bild 11 und Bild 13 ersichtlich ist.

Die konstruktive Ausführung muss sicherstellen, dass der Aufbau bei der Brandprüfung unter Berücksichtigung der verminderten Wärmeauswirkung auf die äußeren Ständer gleichmäßig auslenkt. D. h. alle tragenden Ständer müssen vom Beginn des Versuchs bis zu dessen Beendigung die gleiche Steifigkeit haben, obwohl die Ständer verkohlen können.

Bei Systemen mit Platten als Brandschutzmaterial muss ein Versatz d vom Auftraggeber festgelegt werden, siehe Bild 5.

Es wird empfohlen, die äußeren Ständer in Elemente von $l \leq 300$ mm Länge zu schneiden und sie als nichttragende Bauteile zu betrachten. Alternativ können die äußeren Ständer um die Hälfte länger geschnitten und als tragende Bauteile berücksichtigt werden.

Es dürfen auch Füllhölzer verwendet werden. Allerdings begrenzen diese die Anwendbarkeit der Ergebnisse.

6.4.4 Deckenprobekörper im Großmaßstab

Der Deckenprobekörper im Großmaßstab besteht aus tragenden Unterzügen, einer Hohlraumdämmung, einem Belag auf der unbeflammten Oberseite und einem Brandschutzsystem auf der beflamten Unterseite, siehe Bild 8.

Der Deckenprobekörper im Großmaßstab muss mindestens drei eingearbeitete, zwischen benachbarten Unterzügen gelegene Verkohlungsprobekörper aufweisen, wie aus Bild 10 zu entnehmen ist. Beim Einbau des Verkohlungsprobekörpers sind die Mindestabstände von den Rändern des Deckenprobekörpers im Großmaßstab zu beachten, wie in Bild 12 und Bild 13 ersichtlich ist.

Die konstruktive Ausführung muss sicherstellen, dass der Aufbau bei der Brandprüfung unter Berücksichtigung der verminderten Wärmeauswirkung auf die äußeren Unterzüge gleichmäßig auslenkt. D. h. alle Unterzüge müssen vom Beginn des Versuchs bis zu dessen Beendigung die gleiche Steifigkeit haben, obwohl die Unterzüge verkohlen können.

Es wird empfohlen, die äußeren Balken in Stücke von $l \leq 300$ mm Länge zu schneiden und sie als nichttragende Bauteile zu betrachten. Alternativ können die äußeren Unterzüge um die Hälfte länger geschnitten und als tragende Bauteile berücksichtigt werden.

Es dürfen auch Füllhölzer verwendet werden. Allerdings begrenzen diese die Anwendbarkeit der Ergebnisse.

6.4.5 Balkenprobekörper im Großmaßstab

Der Balkenprobekörper im Großmaßstab besteht aus einem tragenden Holzbalken mit angebrachtem Brandschutzsystem. Der Probekörper wird von drei Seiten beflammt. Der Holzbalken darf ein massives Holzbauteil oder ein verleimtes Brettschichtholz sein. Der für die Herstellung des verleimten Brettschichtholzes verwendete Klebstoff muss die Anforderungen aus EN 301 oder EN 15425 erfüllen.

Neben dem Balkenprobekörper im Großmaßstab müssen Verkohlungsprobekörper einbezogen werden, um die Verkohlungsrate hinter dem Brandschutzsystem zu beurteilen. Es ist zulässig, Verkohlungsprobekörper zu einem Probekörper im Modellmaßstab zu kombinieren, die im Rahmen derselben oder einer separaten Brandprüfung geprüft werden.

Wenn Verkohlungsprobekörper im Rahmen derselben Prüfung geprüft werden, muss ein Mindestabstand zum Balkenprobekörper im Großmaßstab von 500 mm und zu den Ofenwänden eingehalten werden, siehe Bild 15.

6.4.6 Probekörper im Modellmaßstab

Mindestens drei Verkohlungsprobekörper müssen zu einem Probekörper im Modellmaßstab zusammengefügt werden, und es müssen mindestens drei Messstationen innerhalb der entsprechenden Gesamtmesslänge l_m platziert werden. Die Probekörpergröße muss den Maßen des Ofens entsprechen, siehe Bild A.1. Die verfügbare Länge ist die Ofenöffnung in Längsrichtung, ausgehend von den Beschränkungen, die in Bild A.1 angezeigt sind.

Wenn die erforderliche Mindestmesslänge für drei Verkohlungsprobekörper, festgelegt auf $l_m = \sum_{i=1}^3 l_{m,i}$, die verfügbare Länge überschreitet, müssen die Temperaturmessstellen in verschiedenen, nebeneinander liegenden instrumentierten Holzbalken platziert werden. Die instrumentierten Holzbalken müssen an den Seiten von nicht instrumentierten Balken geschützt werden, die auf jeder Seite mindestens 120 mm breit sind, siehe Bild 1.

Abweichend von den Verkohlungsprobekörpern ist es zulässig, dass die Breite 330 mm überschreitet, ausgehend von den Beschränkungen, die in Bild A.1 angezeigt sind.

Abweichend von den Verkohlungsprobekörpern ist es zulässig, Brandschutzsysteme im Probekörper im Modellmaßstab, z. B. durch Schrauben oder Nägel von geeigneter Länge, mechanisch zu befestigen. Jede mechanische Befestigung muss mindestens 100 mm entfernt von einem Thermoelement angebracht werden, siehe Bild A.2.

6.4.7 Aufbringung der Brandschutzmaterialien auf den Probekörper

6.4.7.1 Wand- und Deckenprobekörper im Großmaßstab

Die Brandschutzsysteme müssen auf die Wand- und Deckenprobekörper im Großmaßstab wie in der Praxis aufgebracht werden.

Brandschutzsysteme, die für den Brandschutz von flachen, zweidimensionalen Holzkonstruktionen Tafeln, Platten oder Fasermatten enthalten, müssen so angeordnet sein, dass Tafeln, Platten oder Fasermatten von der größten, praktisch umsetzbaren Größe verwendet werden und dass mindestens eine Längsfuge und eine Querruge, wo zutreffend, innerhalb des Ofens geprüft werden. Mindestens eine Platte ist in Originalgröße anzuordnen, siehe Bild 14. An den Verkohlungsprobekörpern dürfen keine Befestigungen angebracht sein.

6.4.7.2 Balkenprobekörper im Großmaßstab

Brandschutzsysteme, die für den Schutz von Balken, Tafeln, Platten oder Fasermatten enthalten, müssen so angeordnet sein, dass Tafeln von der größten, praktisch umsetzbaren Größe verwendet werden und dass mindestens eine Längsfuge und eine Querruge und eine Horizontalfuge, wo zutreffend, innerhalb des Ofens geprüft werden. Bei Verkohlungsprobekörpern, die in Balkenprobekörper im Großmaßstab eingearbeitet sind, muss die Aufbringung des Brandschutzes wie bei dem Probekörper im Modellmaßstab vorgenommen werden.

6.4.7.3 Probekörper im Modellmaßstab

Das Brandschutzsystem muss am Probekörper im Modellmaßstab so angebracht werden, dass die Befestigungen keine Auswirkungen auf die Temperaturmessungen haben.

Um jede Tafel, Platte oder Fasermatte zu befestigen, sollte ein horizontaler Abstand von mindestens 100 mm von jedem Temperaturmesspunkt angewendet werden, wie in Bild A.2 angegeben.

Die Befestigungen müssen sicherstellen, dass das Brandschutzsystem länger an Ort und Stelle bleibt als bei dem durchgeführten Versuch im Großmaßstab. Befestigungen für den Probekörper im Modellmaßstab dürfen von den beim Versuch im Großmaßstab und/oder in der Praxis verwendeten Befestigungen abweichen.

Das Brandschutzsystem für den Probekörper im Modellmaßstab ist möglichst in einem Stück anzuwenden, um ein späteres Versagen oder ein Versagen zur gleichen Zeit wie bei einem Versuch im Großmaßstab zu erzielen.

Fugen müssen einen Mindestabstand von 200 mm zu einem freiliegenden Oberflächen-Temperaturmesspunkt ($TC_{1,j}$ in Bild A.2.) haben.

ANMERKUNG Die Mindestverankerungslänge l_a der verwendeten Schrauben kann nach EN 1995-1-2 überprüft werden.

6.4.8 Dämmstoffe

6.4.8.1 Dämmstoff als Teil des Brandschutzsystems

Wenn die durch das Brandschutzmaterial oder durch das Brandschutzsystem zu schützende Holzkonstruktion mit zusätzlichen Dämmstoffen innerhalb, um das Holzbauteil herum oder daran anliegend auszustatten ist, dann sind diese entsprechend der praktischen Anwendung in den Prüfaufbau einzubeziehen.

6.4.8.2 Dämmstoff als Hohlraumdämmung für Probekörper im Großmaßstab

Die Hohlraumdämmung muss eine mechanische Last auf das Brandschutzsystem aufbringen und eine ausreichende Wärmebarriere bieten, um das Brandschutzsystem während der Brandprüfung bis zum Versagen des Schutzsystems aufzuheizen; die Hohlraumdämmung ist allerdings nicht Teil der Bewertung.

Als Hohlraumdämmung für die Brandprüfungen muss ein Steinwolle-Dämmstoff mit einer angegebenen Wärmeleitfähigkeit von $\lambda_D < 0,04 \pm 0,005 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ nach EN 13162 für die Füllung der Hohlräume zwischen den Holzbauteilen verwendet werden. Die Hohlräume müssen vollständig mit Steinwolle von entsprechender Übergröße gefüllt werden. Die Steinwolle muss unbrennbar mit Reaktion auf die Brandverhaltensklasse A1 nach EN 13501-1 sein.

Die in dem Hohlraum verwendete Steinwolle muss eine Nenndichte von $(30 \pm 5) \text{ kg/m}^3$ haben.

6.5 Zusammensetzung der Bauteile des Probekörpers

6.5.1 Holz

Die Holzarten für die Herstellung aller Probekörper müssen den Klassen WPCA, WPNN oder WPCS nach EN 14081-1 entsprechen.

Das für die Herstellung aller Probekörper verwendete Holz muss Vollholz von einer Festigkeitsklasse von mindestens C24 nach EN 338 oder Brettschichtholz von mindestens GL24 nach EN 14080 sein. Bei für die Herstellung von Probekörpern im Großmaßstab verwendetem Holz darf das Elastizitätsmodul um nicht mehr als 10 % von dem Mittelwert abweichen, wie in der entsprechenden Norm angegeben.

6.5.2 Brandschutzsystem

Die allgemeine Beschreibung des Brandschutzsystems und seiner Hauptbestandteile muss vom Auftraggeber festgelegt werden, mindestens einschließlich des Namens, der Maße, der Nenndichte, der Dicke und des Feuchtegehalts nach europäischen Produktnormen.

6.6 Eigenschaften von Prüfmateriellen

Die tatsächlichen Materialeigenschaften von Probekörperteilen sind nach EN 1363-1 unter Anwendung der entsprechenden Produktprüfnormen an Prüfmateriellen oder konditionierten Prüfproben zu bestimmen, wie in Abschnitt 8 festgelegt.

Die tatsächliche Dicke, Dichte und der Feuchtegehalt der Brandschutzmaterialien sind bei der Prüfung entweder direkt am Brandschutzmaterial oder an speziell für jeden Probekörper entnommenen Prüfproben zu messen und aufzuzeichnen. Die für die unterschiedlichen Arten von Materialien geeigneten Verfahren sind in Anhang C aufgeführt.

Die Dicke von Platten als Brandschutzmaterial darf auf deren gesamter Oberfläche um höchstens 15 % vom Mittelwert abweichen. In diesem Fall muss der Mittelwert zur Beurteilung der Ergebnisse und der Grenzen der Anwendbarkeit der Beurteilung verwendet werden. Wenn die Abweichungen mehr als 15 % betragen, muss die aufgezeichnete maximale Dicke für die Beurteilung verwendet werden.

Die Dicke von aufgespritzten oder aufgetragenen passiven Brandschutzsystemen darf um höchstens 20 % vom Mittelwert der gesamten Oberfläche abweichen. In diesem Fall muss der Mittelwert zur Beurteilung der Ergebnisse und der Grenzen der Anwendbarkeit der Beurteilung verwendet werden. Wenn die Abweichungen mehr als 20 % betragen, muss die aufgezeichnete maximale Dicke für die Beurteilung verwendet werden.

Für reaktive Brandschutzmaterialien sollte die durchschnittliche Dicke der Grundierung zunächst gemessen und dann von der Gesamtdurchschnittsdicke aus der Grundierung und der Dicke der reaktiven Beschichtung subtrahiert werden. Die daraus resultierenden zulässigen Dicketoleranzen, ausgenommen Grundierung und obere Beschichtung, müssen den Vorgaben aus EN 13381-1 entsprechen.

Die Messstellen müssen zwischen 50 mm und 150 mm von jeder Thermoelement-Position entfernt sein.

Die Dichte des auf die Probekörper in minimaler und maximaler Dicke aufgetragenen Brandschutzmaterials ist aufzuzeichnen. Der Mittelwert der Dichte des Brandschutzmaterials bei maximaler und minimaler Dicke ist für die Beurteilung der Prüfergebnisse zu verwenden, es sei denn, die Differenz zwischen diesen ist größer als 15 %; in diesem Fall ist die aufgezeichnete maximale Dichte zu verwenden.

6.7 Verifizierung des Probekörpers

Wie in EN 1363-1 festgelegt, müssen eine Untersuchung und Verifizierung des Probekörpers hinsichtlich der Konformität mit der Spezifikation vorgenommen werden.

Die Eigenschaften der bei der Herstellung der Probekörper verwendeten Werkstoffe müssen, wie in 6.5 festgelegt, mit speziellen Proben, falls erforderlich, mit Anwendung der in Anhang C beschriebenen Verfahren gemessen werden.

Der Auftraggeber muss vor der Prüfung beurteilen, ob das Brandschutzmaterial korrekt aufgebracht wurde, und bei aufgesprühtem oder aufgetragenen Material durch für das Material geeignete Verfahren sicherstellen, dass es der geplanten Zusammensetzung und den Festlegungen entspricht.

7 Einbau des Probekörpers

7.1 Versuch im Großmaßstab mit Wandelement

Auf dem Prüfofen müssen nach EN 1365-1 belastete Wandprobekörper einschließlich Brandschutzsystem eingebaut werden.

7.2 Versuch im Großmaßstab mit Deckenelement

Auf dem Prüfofen müssen nach EN 1365-2 belastete Deckenprobekörper einschließlich Brandschutzsystem eingebaut werden.

7.3 Versuch im Großmaßstab mit Balkenelement

Auf dem Prüfofen müssen nach EN 1365-3 belastete Balkenprobekörper einschließlich Brandschutzsystem eingebaut werden.

Als Abdeckung für den Träger sind Leicht- oder Porenbetonplatten vorzusehen, die mit dem Träger mittels Befestigungsbolzen mit einem Durchmesser von 12 mm zu verschrauben sind. Lediglich die beiden Seiten und die Unterseite der Träger werden beflammt, wie in Bild 15 dargestellt. Die Platten müssen folgende Eigenschaften haben:

- a) die quer zur Trägerachse gemessene Breite muss $600 \text{ mm} \pm 100 \text{ mm}$ betragen;
- b) die Dicke muss im Bereich von 150 mm bis 200 mm liegen;
- c) die Länge darf höchstens 625 mm betragen;
- d) die Nenndichte von Gasbetonplatten muss 500 kg/m^3 betragen;
- e) die Nenndichte von Leichtbetonplatten muss $1\,500 \text{ kg/m}^3$ betragen;
- f) zwischen den Betonplatten muss eine Lücke vorhanden sein, die ausreichend ist, damit sich der Balken durchbiegen kann.

Jedes Element des Betonbelags muss durch mindestens zwei Befestigungen gesichert sein. Die Lücke zwischen den Elementen des Betonbelags muss mit einem feuerresistenten Füllstoff verfüllt werden.

Zu Beginn der Prüfung muss die Unterseite der Betonabdeckung auf dem belasteten Träger bündig mit der Unterseite der angrenzenden Brandraumabdeckplatte abschließen.

Es sind die für Prüflabors üblichen Vorkehrungen zu treffen, um sicherzustellen, dass die Fugen zwischen der auf dem belasteten Träger aufgetragenen Betonabdeckung und den angrenzenden Brandraumabdeckplatten so abgedichtet sind, dass aus dem Brandraum kein Rauch entweichen kann, was insbesondere dann gilt, wenn sich der Träger während der Prüfung verformt. Der belastete Träger ist so einzubauen, dass die Auflager des Trägers durch entsprechende Isolierung vor Hitzeeinwirkungen geschützt sind. Zusätzlich sollten die Enden des belasteten Trägers außerhalb des Brandraums isoliert werden und es sollte für einen ausreichenden Abstand zwischen der Unterseite des Brandschutzsystems und den Brandraumwänden gesorgt werden, um Interferenzerscheinungen zu verhindern.

7.4 Versuch im Modellmaßstab

Der/die Probekörper im Modellmaßstab ist/sind horizontal auf dem Ofen in einem geeigneten Prüfraum einzubauen (siehe Bild A.1). Die Übergangsstelle zwischen Ofen/Prüfaufbau muss mit einer nichtbrennbaren Dichtung abgedichtet werden.

7.5 Einbauanordnungen

Je nach der Breite des Probekörpers darf mehr als ein Probekörper bei einem Versuch eingebaut werden, um es je Brandversuch zu ermöglichen, mehr als eine Variable zu untersuchen, vorausgesetzt, die Einschränkungen von 6.3 und Abschnitt 7 werden eingehalten.

Probekörper dürfen zusammen auf einem Ofen geprüft werden, vorausgesetzt:

- es stehen separate Probenträger zur Verfügung und es wird jeweils ein Ofenverschluss verwendet, um den sicheren Ablauf von Prüfungen von unterschiedlicher Dauer zu ermöglichen, ohne die anderen Probekörper zu beeinträchtigen;
- es werden separate Belastungseinrichtungen für verschiedene Brandschutzsysteme zur Verfügung gestellt.

Andernfalls sind die Versuche/Prüfungen separat durchzuführen.

Der Mindestabstand zwischen einem Balkenprobekörper im Großmaßstab und einem eingebauten Verkohlungsprobekörper beträgt 500 mm. Wenn mehr als ein Balkenprobekörper im Großmaßstab bei demselben Versuch einer Prüfung unterzogen wird, ist der Mindestabstand zwischen den Balkenprobekörpern 500 mm.

8 Konditionieren der Probekörper

Die Probekörper und die zur Bestimmung der Materialeigenschaften entnommenen Proben (festgelegt in 6.5) müssen nach EN 1363-1 konditioniert werden. Materialeigenschaften müssen entsprechend den Verfahren nach Anhang C bestimmt werden.

Das für Versuche im Großmaßstab verwendete Holz muss bei der Prüfung einen Feuchtegehalt zwischen 9 % und 12 % haben: Der Mittelwert des Feuchtegehalts muss für jedes tragende Holzbauteil durch mindestens eine Messung je Meter Länge über die Gesamtlänge der belasteten Holzbauteile bestimmt werden.

Das für die Verkohlungsprobekörper verwendete Holz muss konditioniert werden, damit der Feuchtegehalt zwischen 9 % und 12 % liegt, bevor der Einbau des Probekörpers erfolgt.

9 Einsatz der technischen Ausrüstung

9.1 Allgemeines

Die technische Ausrüstung für die Messung von Ofentemperatur, Ofendruck und Verformung der Probekörper muss mit den Anforderungen nach EN 1363-1 übereinstimmen.

9.2 Technische Ausrüstung für die Messung der Ofentemperatur

9.2.1 Allgemeines

Um die Temperatur des Ofens zu messen, müssen Plattenthermometer des in EN 1363-1 festgelegten Typs angewendet werden. Sie müssen gleichmäßig verteilt und angeordnet werden, wie bei der (den) entsprechenden Prüfung(en) festgelegt.

Bei Probekörpern mit weniger als 6 m² beflamtem Bereich müssen mindestens vier Plattenthermometer verwendet werden.

9.2.2 Versuch im Großmaßstab mit Wandelement

Beim Versuch im Großmaßstab mit Wandelement müssen die Plattenthermometer wie in EN 1365-1 angegeben eingebaut werden.

9.2.3 Versuch im Großmaßstab mit Deckenelement

Beim Versuch im Großmaßstab mit Deckenelement müssen die Plattenthermometer wie in EN 1365-2 angegeben eingebaut werden.

9.2.4 Versuch im Großmaßstab mit Balkenelement

Die Ofentemperatur im Bereich jedes belasteten Balkenprobekörpers muss mit Plattenthermometern gemessen werden, die an Stellen bei 1/5, 2/5, 3/5 und 4/5 der erwärmten Länge des belasteten Balkens angeordnet sind, wobei sich zwei Plattenthermometer an jeder Stelle, jeweils eines an jeder Seite des Balkens, befinden. Die Plattenthermometer müssen in einem Abstand von 500 mm unter der Unterseite, wie in Bild 19 dargestellt, angeordnet werden.

Die Plattenthermometer müssen so ausgerichtet werden, dass bei der Hälfte ihrer Anzahl die Seite „A“ der Decke des Ofens zugewandt ist und bei der anderen Hälfte Seite „A“ parallel zu den längeren Seitenwänden des Ofens zugewandt ist. Die Verteilung der verschiedenen Orientierungen muss so beschaffen sein, dass auf jeder Seite des Balkens eine gleiche Anzahl der Decke und der Wand zugewandt ist.

9.2.5 Versuch im Modellmaßstab

Plattenthermometer müssen wie beim Versuch im Großmaßstab mit Deckenelement eingebaut werden.

9.3 Technische Ausrüstung für die Messung der Probekörpertemperatur

9.3.1 Allgemeines

Thermoelemente zur Messung der Temperaturen auf der beflamten Oberfläche der geschützten Holzbauteile von Probekörpern im Großmaßstab und zur Messung von Temperaturen auf der beflamten Oberfläche und im Inneren des Holzbauteils bei dem Versuch im Modellmaßstab müssen wie in EN 1363-1 festgelegt vom Typ K mit doppelt glasfaserisoliertem blankem Draht sein und wie dort angegeben positioniert und befestigt werden. Derartige Thermoelemente müssen neu sein, wenn sie bei diesem Versuch verwendet werden.

Bei Temperaturmessungen an der unbeflammten Oberfläche des Holzbauteils müssen Thermoelemente wie in EN 1363-1 angegeben verwendet und wie dort angegeben positioniert und befestigt werden.

Zum Messen der Probekörpertemperatur an Temperaturmessstellen, die wie nachstehend angegeben verteilt sind, müssen Thermoelemente vorhanden sein.

Sind innerhalb des Brandschutzsystems Fugen vorhanden, müssen Thermoelemente an 50 % der Messstellen positioniert werden, die mindestens 50 mm von jeder Befestigung entfernt sind.

Zur Nummerierung der Schichten von Mehrschicht-Brandschutzsystemen siehe Bild 4.

Die Befestigung der Thermoelemente ist in Anhang D beschrieben.

9.3.2 Verkohlungsprobekörper

Die Temperatur der geschützten Oberfläche muss mit Hilfe von geschweißten Thermoelementen ohne Kupferscheiben gemessen werden. Zur Befestigung der Thermoelemente müssen Heftklammern verwendet werden.

Die Temperatur im Inneren des instrumentierten Balkens in der Mitte des mittleren Balkens muss mit einer geeigneten Anzahl an Thermoelementen gemessen werden. Die Positionen der Thermoelemente sind in Bild 3 angegeben.

Thermoelemente im Inneren des instrumentierten Balkens in der Mitte des Probekörpers müssen einen äußeren Durchmesser, einschließlich der Wärmedämmung, von weniger als 1,75 mm haben, um sicherzustellen, dass das Kabel in ein Bohrloch von maximal Ø 1,75 mm eingefügt werden kann. Das offene Ende sollte in der Mitte des mittleren Balkens platziert werden. Das offene Ende muss 3 mm lang sein und muss verpresste oder geschweißte Anschlussstellen haben. Die ersten 50 mm Kabel von der verpressten oder geschweißten Anschlussstelle müssen parallel zu den Isothermen innerhalb der Proben angeordnet werden (parallel zu der unteren Oberfläche des Probekörpers).

Innerhalb der Gesamtmesslänge l_m müssen drei Messstellen angeordnet werden (siehe Bild 3).

9.3.3 Wandprobekörper im Großmaßstab

Es müssen Thermoelemente vorhanden sein, bestehend aus drei Gruppen (A, B, C), damit die Oberflächentemperatur entlang der Längsachse jedes belasteten Ständers des Wandprobekörpers im Großmaßstab über die gesamte beflamnte Länge im Abstand von 300 mm voneinander gemessen werden kann (siehe Tabelle 1 und Bild 9). Die technische Ausrüstung muss vom unteren Ende des belasteten Holzbauteils des Wandprobekörpers im Großmaßstab ausgehend beginnen.

Tabelle 1 — Thermoelement-Gruppen für den Wandprobekörper im Großmaßstab

Thermoelement-Gruppe	Messposition	Mittenabstand mm
A	an der Schmalseite eines Ständers entlang der Längsachse, zwischen dem Holz und dem Brandschutzsystem mit einem Mindestabstand von 200 mm von einer Fuge	300
B	wie Gruppe A, jedoch hinter einer Fuge in der letzten Schicht des Brandschutzsystems	300
C	innerhalb des Feldes, zentrisch zwischen zwei benachbarten tragenden Ständern, zwischen der nicht beflamnten Seite des Brandschutzsystems und der Hohlraumdämmung	300

9.3.4 Deckenprobekörper im Großmaßstab

Es müssen Thermoelemente vorhanden sein, bestehend aus drei Gruppen (A, B, C), damit die Oberflächentemperatur entlang der Längsachse jedes belasteten Unterzugs des Deckenprobekörpers im Großmaßstab über die gesamte beflamnte Länge im Abstand von 300 mm voneinander gemessen werden kann (siehe Tabelle 2 und Bild 9).

Tabelle 2 — Thermoelement-Gruppen für den Deckenprobekörper für den Versuch im Großmaßstab

Thermoelement-Gruppe	Messposition	Mittenabstand mm
A	an der Schmalseite eines Unterzugs entlang der Längsachse, zwischen dem Holz und dem Brandschutzsystem mit einem Mindestabstand von 200 mm von einer Fuge	300
B	wie Gruppe A, jedoch hinter einer Fuge in der letzten Schicht des Brandschutzsystems	300
C	innerhalb des Feldes, zentrisch zwischen zwei benachbarten tragenden Unterzügen, zwischen der nicht beflamnten Seite des Brandschutzsystems und der Hohlraumdämmung	300

9.3.5 Balkenprobekörper im Großmaßstab

Es müssen Temperaturmessstellen, bestehend aus drei Gruppen (E, F, G) vorhanden sein, damit die Oberflächentemperatur des Balkenprobekörpers innerhalb der Messlänge l_m mit einem Abstand von 200 mm voneinander gemessen werden kann. Die Messlänge ist die beflamnte Länge L_{exp} des Balkenprobekörpers, ausgenommen 1 000 mm von jeder Seite der Ofenwände.

Tabelle 3 — Thermoelement-Gruppen für den Balkenprobekörper im Großmaßstab mit Einzelschicht-Brandschutzsystem

Thermoelement-Gruppe	Messposition	Mittenabstand mm
E	an der breiten Seite des Balkens, bei der Hälfte der Balkenhöhe	200
F	an der gegenüberliegenden Seite der Gruppe E, bei der Hälfte der Höhe des Balkens	200
G	an der Schmalseite des Balkens, entlang der Längsachse	200

Die Messposition der Thermoelemente für den Balkenprobekörper im Großmaßstab mit Einzelschicht-Brandschutzsystemen ist in Bild 17 angegeben.

Sind Mehrschicht-Brandschutzsysteme an dem Holzbalken befestigt, müssen zusätzliche Thermoelemente zwischen Schicht 1 und Schicht 2 eingesetzt werden.

Die Messposition der Thermoelemente für den Balkenprobekörper im Großmaßstab mit Mehrschicht-Brandschutzsystemen ist in Tabelle 4 angegeben. Siehe Bild 18.

Tabelle 4 — Zusätzliche Thermoelement-Gruppen für Balkenprobekörper mit Mehrschicht-Brandschutzsystemen

Thermoelement-Gruppe	Messposition	Mittenabstand mm	Position
E1	wie E	200	zwischen Schicht 1 und 2
F1	wie F	200	zwischen Schicht 1 und 2
G1	wie G	200	zwischen Schicht 1 und 2

9.3.6 Probekörper im Modellmaßstab

Ein Probekörper im Modellmaßstab umfasst drei Messstationen, die in einen Verkohlungsprobekörper integriert werden. Für die Konstruktion des Probekörpers im Modellmaßstab siehe 6.4.6. Instrumentierte Balken mit Thermoelementen müssen zusammengeklebt werden. Alle Thermoelemente $3 \cdot n$ mit drei Messstationen müssen so positioniert werden, dass der Abstand zwischen den in derselben Tiefe positionierten Thermoelementen mindestens 200 mm beträgt, d. h. es ist nicht zulässig, Thermoelemente derselben Tiefe direkt nebeneinander zu platzieren.

9.4 Technische Ausrüstung für die Messung des Drucks

Es müssen Einrichtungen zur Druckmessung innerhalb des Ofens vorhanden sein, die anzuordnen und anzuwenden sind, wie in EN 1363-1 festgelegt.

9.5 Technische Ausrüstung für die Messung der Verformung

Es müssen Mittel zur Messung der Verformung des Probekörpers in der Mitte der Spannweite, relativ zu den Auflagern, die anzuordnen und anzuwenden sind, vorgesehen werden, wie in EN 1363-1 für Probekörper im Großmaßstab festgelegt.

9.6 Technische Ausrüstung für die Messung der aufgetragenen Last

Für die Messung der aufgetragenen Last von belasteten Probekörpern im Großmaßstab muss die technische Ausrüstung vorgesehen und angewendet werden, wie in EN 1363-1 festgelegt.

10 Prüfverfahren

10.1 Allgemeines

Vor Beginn der Prüfung und Durchführung der Verfahren nach Abschnitt 10 müssen die Thermoelemente hinsichtlich korrekter Funktionsfähigkeit überprüft und die Messstellen für die Temperaturmessung nach EN 1363-1 festgelegt werden.

10.2 Ofentemperatur und -druck

Die Temperatur des Prüfofens muss mit den nach 9.2 vorgeschriebenen Thermoelementen und der Ofendruck muss entsprechend dem Verfahren und der in EN 1363-1 festgelegten Häufigkeit gemessen und aufgezeichnet werden.

Die Ofentemperatur muss entsprechend den mit den Plattenthermometern gemessenen Werten nach den Kriterien von EN 1363-1 gesteuert werden.

Der Ofendruck muss nach den Kriterien von EN 1363-1 gesteuert werden.

10.3 Anwendung und Steuerung der Belastung

Mit den Verfahren von EN 1363-1 muss während der gesamten Prüfdauer ein belasteter Probekörper im Großmaßstab mit einer konstanten Last der Größenordnung nach 5.3 belastet werden. Die Last muss entfernt werden, sobald die für die Prüfung festgelegten Kriterien erreicht wurden.

10.4 Temperatur des Probekörpers

In Abständen von höchstens 1 min muss die Temperatur der Probekörper mit den in 9.3 festgelegten Thermoelementen gemessen und aufgezeichnet werden.

10.5 Verformung

Unter Verwendung der Verfahren nach EN 1363-1 muss auf die belasteten Probekörper im Großmaßstab die Last aufgebracht werden, und die Verformungen und/oder die Rate der Veränderung der Verformungen müssen durchgehend überwacht und aufgezeichnet werden.

10.6 Beobachtungen

Wann immer praktisch durchführbar, muss das allgemeine Verhalten des Probekörpers, besonders das Brandschutzsystem, während der gesamten Prüfung, wie in EN 1363-1 beschrieben, beobachtet werden.

10.7 Beendigung der Prüfung

Der Versuch im Modellmaßstab muss beendet werden, sobald die Temperaturmesswerte des Probekörpers 300 °C überschreiten, das Brandschutzsystem versagt oder wenn ein oder mehrere Ausfallkriterien für die Beendigung nach EN 1363-1 gegeben sind.

Der Versuch im Großmaßstab ist zu beenden, sobald das Versagen des Brandschutzsystems aufgezeichnet wurde oder eine oder mehrere der Gründe für die Beendigung nach EN 1363-1 gegeben sind.

11 Prüfergebnisse

11.1 Annehmbarkeit der Prüfergebnisse

11.1.1 Allgemeines

Möglich ist, dass während einer Prüfung anscheinend fehlerhafte Ergebnisse aufgrund von Versagen von Thermoelementen, ungewöhnlichem Verhalten des Probekörpers usw. erzielt werden. Die Kriterien zur Annehmbarkeit von Prüfergebnissen bezüglich der Temperaturmesswerte müssen nach EN 1363-1 eingehalten werden.

Fallen mehr Thermoelemente aus als in 11.1.2 und 11.1.3 festgelegt, müssen Messwerte von Thermoelementen mit der höchsten Temperatur innerhalb der gleichen Gruppe oder Tiefe ausgefallene Thermoelemente ersetzen, bis das angegebene Versagenskriterium erreicht ist.

11.1.2 Verkohlungsprobekörper

Bei Verkohlungsprobekörpern kann es möglich sein, dass ein Thermoelement der Temperaturmessstelle versagt.

ANMERKUNG Um für Redundanz zu sorgen, kann die Anzahl der Verkohlungsprobekörper erhöht werden.

11.1.3 Belastete Probekörper bei Versuchen im Großmaßstab

Die maximal zulässige Anzahl an Thermoelementen bei belasteten Bauteilen bei Versuchen im Großmaßstab mit belasteten Decken- oder Wandprobekörpern, die innerhalb einer Gruppe ausfallen dürfen, beträgt 10 %.

Beim Versuch im Großmaßstab mit Balkenelement beträgt die maximale Anzahl der zulässigen Ausfälle von Thermoelementen der Gruppe F 10 %, die der Gruppen E1 und E2 20 %.

11.2 Darstellung der Prüfergebnisse

Folgendes muss im Prüfbericht angegeben werden:

- a) die Ergebnisse von ermittelten Maßen und die tatsächlichen Materialeigenschaften, besonders die Eigenschaften des Holzes entsprechend der Holzart sowie Dichte, Feuchtegehalt, Dichte und Feuchtegehalt des Brandschutzes und seiner Bestandteile, wie nach 6.5 gefordert;
- b) die einzelnen Ergebnisse aller Ofentemperaturmessungen und der Mittelwert aller einzelnen Ofentemperaturmessungen, die nach EN 1363-1 bestimmt, graphisch dargestellt und mit den festgelegten Anforderungen und zulässigen Abweichungen nach EN 1363-1 verglichen wurden;
- c) die einzelnen Ergebnisse aller Ofendruckmessungen und der Mittelwert aller einzelnen Ofendruckmessungen, die nach EN 1363-1 bestimmt, graphisch dargestellt und mit den festgelegten Anforderungen und zulässigen Abweichungen nach EN 1363-1 verglichen wurden;
- d) für jeden Probekörper im Großmaßstab die einzelnen Messergebnisse und der Mittelwert von allen einzelnen Ergebnissen der Temperaturmessungen der Thermoelemente an den entsprechenden Messstellen nach 9.3, graphisch dargestellt sowie tabellarisch erfasst. Für die Übereinstimmung der Gültigkeitskriterien nach 11.1 müssen Nachweise erbracht werden. Entsprechende Stellen sind:
 - i) für Wandprobekörper im Großmaßstab: Gruppe A, Gruppe B und Gruppe C, siehe Tabelle 1;
 - ii) für Deckenprobekörper im Großmaßstab: Gruppe A, Gruppe B und Gruppe C, siehe Tabelle 2;
 - iii) für Balkenprobekörper im Großmaßstab mit Einzelschicht-Brandschutzsystemen: Gruppe E, Gruppe F, Gruppe G, siehe Tabelle 3;
 - iv) für Balkenprobekörper im Großmaßstab mit Mehrschicht-Brandschutzsystemen zusätzlich zu iii): Gruppe E1, Gruppe F1, Gruppe G1.
- e) die einzelnen Ergebnisse und der Mittelwert aller einzelnen Ergebnisse aller in 10.5 festgelegten Verformungsmessungen, alle graphisch dargestellt sowie tabellarisch erfasst. Wenn die Last nach 10.3 entfernt oder verringert wird, der Zeitpunkt, an dem die Last entfernt wurde.

Diese Ergebnisse b) bis e) dürfen als Auswahl der Messwerte dargestellt werden, die ausreichend den Verlauf des Leistungsverhaltens des Probekörpers nach EN 1363-1 wiedergeben.

Diese Ergebnisse dürfen auch in tabellarischer Form aufbereitet und gedruckt werden und/oder als Datei auf einem geeigneten digitalen Speichermedium vorgelegt werden. Im letzteren Fall muss das in entsprechend schreibgeschütztem Format erfolgen, damit sichergestellt ist, dass keine Änderungen möglich sind. Die einzigen rechtsgültigen Daten sind die in der Datenbank der Prüfstelle gespeicherten Daten;

- f) die Ergebnisse von Beobachtungen und die zugehörigen Zeiten, zu denen sie erfolgten, müssen aufgezeichnet werden.

12 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss folgende Erklärung enthalten:

„Dieser Prüfbericht enthält die konstruktionstechnischen Einzelheiten, die Prüfbedingungen, die erhaltenen Ergebnisse und die interpolierten Werte, die erzielt werden, wenn eine spezielle Konstruktionsform nach den Verfahren in EN 13381-7 geprüft wurde. Jegliche Abweichung in Bezug auf Dicke und Dichte des Brandschutzsystems, Holzart und konstruktive Ausführung könnte die Beurteilung des Prüfergebnisses ungültig machen.“

Zusätzlich zu den in EN 1363-1 geforderten Punkten muss der Prüfbericht die folgenden Angaben enthalten:

- a) Einzelheiten zur Herstellung der Probekörper. Die Einzelheiten der Befestigung des Brandschutzsystems, Art der Befestigung (z. B. mit Schrauben), Befestigungsabstand (Mittenabstand von z. B. Schrauben), Befestigungsabstand zu den Rändern des Brandschutzsystems (kürzester Abstand von der Mitte der Befestigung zu einem Rand des Brandschutzsystems). Einzelheiten der Konditionierung der Prüfkonstruktion(en). Einzelheiten zum Einbau der Prüfkonstruktion(en) auf dem Prüfofen;
- b) das Brandschutzsystem muss vom Auftraggeber festgelegt werden. Es umfasst bei Tafeln, Platten und Matten jeweils deren Nenndichte, Dicke und Feuchtegehalt bei Umgebungsbedingungen sowie die spezifische Beschreibung der Befestigungen und deren Verteilung und Lage. Wenn der Schutz mit Klebstoffen befestigt ist, muss zusätzlich die aufgetragene Menge angegeben werden;
- c) die Zusammensetzung und gemessenen Eigenschaften, besonders die Dichte (bezüglich der Nenndicke und der gemessenen mittleren Dicke), die Dicke und der Feuchtegehalt von Bestandteilen der Probekörper, die zu bestimmen sind, zusammen mit den Verfahren zu deren Bestimmung;
- d) eine Beschreibung des wesentlichen Verhaltens des Probekörpers, das während der Prüfdauer beobachtet wurde, einschließlich der Einhaltung der Zeit(en) und des Ausmaßes vom etwaigen Ablösen des Brandschutzmaterials;
- e) die Größe der auf den Probekörper im Großmaßstab aufgetragenen Last als Funktion der Zeit und bei Entfernen der Last, der Zeitpunkt, wann das erfolgt ist;
- f) die Begründung anhand der Kriterien von 10.7 dieses Prüfverfahrens für die Beendigung der Prüfung und die zugehörige Zeitdauer bis zum Abbruch der Prüfung;
- g) die Ergebnisse von jeweils durchgeführten Prüfungen, die einem Schwelbrand nach Anhang A (Schwelbrandkurve nach Anhang G) in einem Versuch im Modellmaßstab ausgesetzt wurden;
- h) anzugeben sind die Holzarten und die Dichte des verwendeten Materials;
- i) Berechnung der Prüflast mit Angabe der Werte der festgestellten Massen;
- j) Zustand der Hohlraumdämmung bei Wand- und Deckenprobekörpern im Großmaßstab.

13 Beurteilung

13.1 Allgemeines

Die von den belasteten und unbelasteten Probekörpern erhaltenen Temperaturwerte werden als Grundlage für die Beurteilung der Startzeit der Verkohlung und der Verkohlungsrate hinter dem Brandschutzsystem verwendet.

Die Zeiten des mechanischen Versagens belasteter Probekörper dient als Grundlage für die Korrektur der Verkohlungsraten. Diese Korrektur berücksichtigt die potenziellen negativen Auswirkungen von Belastung und Verformung auf die Leistung des Brandschutzsystems und, im Falle von Balken, die Erhitzung von mehreren Seiten.

Bei nicht reaktiven Brandschutzsystemen werden die Temperaturdaten der belasteten Probekörper als Grundlage für die Beurteilung der Versagenszeit des Brandschutzsystems verwendet. Bei dämmstoffbildenden Anstrichen kann aufgrund ihrer physikalischen Beschaffenheit (sekundäres Aufschäumen, von der Holzoberfläche absorbierte Farbe, Sauerstoffsperr) keine Versagenszeit bestimmt werden.

Mit Hilfe der bei der (den) Prüfung(en) erfassten und im Prüfbericht aufgeführten Temperaturwerte müssen folgende Kriterien beurteilt werden:

- Beginn der Verkohlung des Verkohlungsprobekörpers;
- Verkohlungsrate der Verkohlungsprobekörper;
- bei nicht reaktiven Brandschutzsystemen die Versagenszeit des Brandschutzsystems.

Der Zeitpunkt $t_{300,i}$, zu dem die Verkohlung des Holzes an einer bestimmten Position von TC_i erreicht ist, gilt als erreicht, wenn der Temperaturwert von 300 °C erreicht ist. Eine lineare Interpolation zwischen zwei Zeitaufzeichnungen desselben Thermoelements ist zulässig.

Ein Beispiel für die Beurteilung der Prüfergebnisse ist in Anhang F gegeben.

13.2 Beurteilung des Beginns der Verkohlung

Fallen mehr Thermoelemente aus als in 11.1 festgelegt, muss die Messung des Thermoelements vervielfacht werden, das als erstes 300 °C nachweist, um die ausgefallenen Thermoelemente zu ersetzen, bis die zulässige Anzahl an ausgefallenen Thermoelementen erreicht ist.

Der Beginn der Verkohlung ist mit den Temperaturmesswerten von mindestens drei bei der gleichen Brandprüfung beflamten Verkohlungsprobekörpern zu bestimmen.

Der Beginn der Verkohlung t_{ch} muss die Zeit sein, wenn die Temperatur an jedem Verkohlungsprobekörper i , egal, welcher zuerst ist, bei einer Tiefe von 0 mm 300 Grad C erreicht, nach Gleichung (3):

$$t_{ch, \text{Verkohlungsprobekörper}} = \min \left(\frac{t_{300, TC1, i}}{n} \right) \quad (3)$$

13.3 Beurteilung der Verkohlungsrate

Für die Beurteilung der Verkohlungsrate hinter dem Brandschutzsystem müssen die Aufzeichnungen der Temperaturen aller gültigen Thermoelemente von mindestens drei in derselben Brandprüfung beflamten Verkohlungsprobekörpern verwendet werden.

Die Verkohlungsrate ist nach folgendem Verfahren zu bestimmen:

Die Zeit $t_{300,i,j}$ ist die Zeit, wenn die Verkohlung des Holzes erreicht ist, d. h., wenn bei $TC_{i,j}$ an jeder Temperaturmessstelle j , bei der bestimmten Tiefe i , die Temperaturmessung den Wert von 300 °C erreicht. Eine lineare Interpolation zwischen zwei Zeitaufzeichnungen desselben Thermoelements ist zulässig.

- a) Die durchschnittliche Verkohlungsrate $\beta_{i,j}$ zwischen einer Tiefe von 0 mm und der Tiefe i an jeder Temperaturmessstelle j müssen nach Gleichung (4) berechnet werden.

$$\beta_{i,j} = \frac{d_i - d_0}{t_{300,i} - t_{ch}} \quad (4)$$

- b) Die Verkohlungsrate β_2 ist der höchste Wert aller Verkohlungsrate $\beta_{i,j}$.

ANMERKUNG 1 Die im Rahmen der Beurteilung zu berücksichtigende maximale Tiefe j kann so gewählt werden, dass sie zu den Prüfdaten passt. Der Anwendungsbereich der Beurteilung ist auf diese Tiefe beschränkt.

ANMERKUNG 2 Anstelle des Maximums aller Werte von $\beta_{i,j}$ wird der zweithöchste Wert verwendet, um den Einfluss möglicher Ausreißer in den Datenpunkten zu beschränken.

13.4 Korrektur für das Haftvermögen des Brandschutzsystems

Aufgrund der Auswirkungen mechanischer Lasten und Verformungen kann die Leistung eines Brandschutzsystems bei einem belasteten Element schlechter sein als bei den Verkohlungsprobekörpern. Daher muss die Verkohlungsrate β_2 unter Umständen korrigiert werden, um diese Effekte widerzuspiegeln.

- a) Die theoretische Verkohlungstiefe, bei der das geschützte Element versagt, ist nach EN 1995-1-2 unter Verwendung der tatsächlichen Abmessungen des belasteten Elements und der tatsächlichen Höhe der mechanischen Belastung während der Prüfung zu berechnen.
- b) Die Zeit $t_{fail,calc}$, zu der diese Verkohlungstiefe erreicht werden würde, muss mit t_{ch} und β_2 berechnet werden.
- c) Wenn die tatsächliche mechanische Versagenszeit des Balkens während der Prüfung früher als $t_{fail,calc}$ erreicht wurde, muss β_2 angepasst und Schritt b) wiederholt werden, bis die Versagenszeit des belasteten Elements korrekt prognostiziert wird.
- d) Der Schutzfaktor für das Brandschutzsystem muss nach Gleichung (5) berechnet werden:

$$k_2 = \frac{\beta_2}{\beta_0} \quad (5)$$

Dabei ist β_0 die grundlegende eindimensionale Verkohlungsrate der ungeschützten Holzart des geprüften Elements nach EN 1995-1-2.

13.5 Beurteilung der Versagenszeit

13.5.1 Allgemeines

Das Versagen eines Schutzsystems wird bei einem Versuch im Großmaßstab beurteilt.

Das Versagen des Brandschutzsystems, das einen ausreichenden Brandschutz bieten soll, tritt ein, wenn das Haftvermögen des Brandschutzsystems versagt.

Die Versagenszeit gilt nicht für reaktive Beschichtungen, da der Brandschutz nicht nur durch den Wärmedämmeffekt, aber auch durch die teilweise Sauerstoffsperre, durch sekundäres Aufschäumen und durch Eindringen der Beschichtung in die Holzoberfläche während des Auftragens gegeben ist. Daher kann eine hohe Temperatur hinter der reaktiven Beschichtung relativ schnell erreicht werden, aber das bedeutet nicht, dass die reaktive Beschichtung das Holz nicht mehr schützt.

13.5.2 Versuch im Großmaßstab mit Wand- oder Deckenelement

Die Versagenszeit des Brandschutzsystems bei Versuchen im Großmaßstab mit Wand- und Deckenelement wird wie folgt beurteilt:

- an zwei benachbarten Anzeigen von Thermoelementen die Zeit, wenn die maximale aufgezeichnete Temperatur an der beflamten Oberfläche des Holzes bei TC A und TC B und zwischen den Balkenbauteilen von TC C nach Erreichen von 300 °C um weniger als 50 K von der mittleren Ofentemperatur abweicht;

oder

- wenn die Beobachtung den Verlust des Haftvermögens von insgesamt mehr als 0,25 m² erkennen lässt.

13.5.3 Versuch im Großmaßstab mit Balkenelement

Bei mehrschichtigen Brandschutzsystemen müssen die Thermoelement-Gruppen hinter der ersten Schicht für die Beurteilung der Versagenszeit des Brandschutzsystems verwendet werden.

Die Versagenszeit des Brandschutzsystems beim Versuch im Großmaßstab mit Balkenelement wird wie folgt beurteilt:

- an zwei benachbarten Anzeigen von Thermoelementen in der gleichen Thermoelement-Gruppe oder verschiedenen Thermoelement-Gruppen die Zeit, wenn die maximale aufgezeichnete Temperatur an der beflamten Oberfläche des Holzes nach Erreichen von 300 °C um weniger als 50 K von der mittleren Ofentemperatur abweicht;

oder

- wenn die Beobachtung den Verlust des Haftvermögens von insgesamt mehr als 0,25 m² erkennen lässt.

ANMERKUNG Die ermittelte Versagenszeit des Brandschutzsystems entspricht t_f nach EN 1995-1-2.

Zur Anwendung von Ergebnissen siehe Anhang B.

14 Bericht der Beurteilung

Der Bericht zur Beurteilung muss Folgendes enthalten:

- Name und Anschrift der Stelle, die die Beurteilung durchführte und das Datum, an dem sie durchgeführt wurde. Angabe des Namens und der Adresse des Prüflabors, der eindeutigen Referenznummer der Prüfung und der Berichtsnummer(n);
- der/die Name(n) und die Anschrift(en) der/des Auftraggeber(s). Der Name des Herstellers der/des Bauprodukte(s) und der/die Hersteller der Prüfkonstruktion;
- der Name des Brandschutzprodukts und die generische Beschreibung des Brandschutzsystems und von dessen Bauteilen. Wenn diese nicht bekannt sind, ist das anzugeben;

- d) eine allgemeine Beschreibung der Probekörperherstellung. Die Einzelheiten der Befestigung des Brandschutzsystems, wie beispielsweise die Abstände zwischen Befestigungen, zwischen Befestigung und Rand des Produkts, die Länge der Befestigungen usw. Einzelheiten der Konditionierung der Prüfkonstruktion(en) und des Einbaus der Prüfkonstruktion(en) auf den Ofen;
- e) allgemeine Beschreibung des Probekörpers mit Zeichnungen, einschließlich der Maße des Probekörpers und Photographien sowie schriftliche Anweisungen des Auftraggebers;
- f) die Zusammensetzung und gemessenen Eigenschaften, besonders die/der zu bestimmende Dichte, Dicke und Feuchtegehalt von Bestandteilen des Probekörpers sowie das Verfahren zu deren Bestimmung;
- g) Beobachtungen an der bei den Versuchen im Großmaßstab beflamnten Seite in tabellarischer Form;
- h) bei allen Versuchen im Großmaßstab die Zeit t_{ch} für jede Dicke des geprüften Brandschutzsystems. Die berechnete Verkohlungsrate β hinter dem Brandschutzsystem nach 13.3. Bei allen Versuchen im Großmaßstab die Versagenszeit des Brandschutzsystems nach 13.4.

15 Einschränkungen der Anwendbarkeit der Ergebnisse aus der Beurteilung

15.1 Allgemeines

- Auf Holzdecken oder Wänden aufzubringende Brandschutzsysteme müssen am Deckenprobekörper befestigt geprüft werden. Die Ergebnisse der Beurteilung sind bei der Wand übereinstimmend mit dem gleichen Schutzsystem anzuwenden, wenn keine Wandprüfung durchgeführt wird.
- Nur auf Holzwänden aufzubringende Brandschutzsysteme müssen am Wandprobekörper befestigt geprüft werden.
- Auf Holzbalken und Stützen aufzubringende Brandschutzsysteme müssen am Balkenprobekörper befestigt geprüft werden. Die Ergebnisse der Beurteilung sind übereinstimmend auf Stützen anzuwenden.

ANMERKUNG Eine Übersicht über die verfügbaren Verfahren ist in Anhang B gegeben.

- Die Prüfergebnisse der Beurteilung können unter der Bedingung an mit Latten an tragende Holzbauteile angebrachte Brandschutzsysteme angewendet werden, dass die Ausführung der Latten eine ausreichende Verankerungslänge für Befestigungen und Tragfähigkeit bieten muss, um das Brandschutzsystem bis zur abgeschätzten Versagenszeit des Brandschutzsystems zu tragen.

Das Verhalten des Brandschutzsystems mit Latten darf nach anderen Prüfnormen überprüft werden.

15.2 Einschränkungen der Anwendbarkeit der Ergebnisse aus der Beurteilung

15.2.1 Allgemeines

Die Einschränkung der Anwendbarkeit der Ergebnisse aus der Beurteilung aus Versuchen im Großmaßstab und Versuchen im Modellmaßstab entsprechend diesem Prüfverfahren muss den Festlegungen in 15.2.2 bis 15.2.8 entsprechen.

15.2.2 Dicke des Brandschutzmaterials

Eine direkte Anwendung der Prüfergebnisse auf Dicken, die geringer sind als die geprüfte Minstdicke, ist unzulässig.

15.2.3 Mehrlagige Schichten

Wurde ein Brandschutzsystem geprüft, das aus mehreren Schichten von Brandschutzmaterial besteht, dann gelten die Ergebnisse nur für dieses System und diese Anzahl von Schichten mit den geprüften Dicken. Die beurteilte Verkohlungsrate muss bis zum Versagen der ersten Schicht des mehrlagigen Brandschutzsystems angewendet werden.

15.2.4 Größe von Paneelen und Platten

Bei Brandschutzsystemen aus Platten oder Paneelen sind die Ergebnisse nur auf Platten oder Paneele, die nicht größer sind als die, die im Versuch im Großmaßstab geprüft wurden, anzuwenden und dürfen aber auf Platten oder Paneele geringerer Größe als die geprüften angewendet werden.

15.2.5 Ausrichtung des Brandschutzsystems bei der Prüfung

Ergebnisse von Prüfungen eines Brandschutzsystems in horizontaler Ausrichtung dürfen auf das Brandschutzsystem sowohl in horizontaler als auch in geneigter und vertikaler Ausrichtung übertragen werden. Ergebnisse von Prüfungen eines Brandschutzsystems in vertikaler Ausrichtung dürfen nur auf das Brandschutzsystem in vertikaler Ausrichtung übertragen werden.

Die direkte Anwendung der Prüfergebnisse nach einer besonderen und festgelegten Art von Befestigungsverfahren und Befestigungspunkten zu anderen Befestigungssystemen als den beim Versuch im Großmaßstab geprüften Befestigungssystemen ist nicht zulässig.

15.2.6 Holz

15.2.6.1 Holzarten

Die Ergebnisse der Prüfung, beurteilt für ein Brandschutzsystem, dürfen nicht auf andere Klassen als WPCA, WPNN, WPCS, WPSM oder WLAD nach EN 14081-1 angewendet werden.

15.2.6.2 Holzprodukt

Die beurteilten Ergebnisse einer Prüfung eines Brandschutzsystems auf einem bestimmten Holzprodukt dürfen nicht auf andere Holzprodukte mit einer geringeren Steifigkeit als die geprüften angewendet werden.

ANMERKUNG Beispiele für Holzprodukte sind Massivholz und Brettschichtholz (BS-Holz).

15.2.6.3 Holzgüte

Die Ergebnisse eines Brandschutzsystems auf einem Holz mit einer besonderen Güte dürfen nicht auf Hölzer geringerer Güteklassen mit geringerer Steifigkeit übertragen werden.

15.2.6.4 Breite oder Dicke von Holz

Die Ergebnisse einer Prüfung eines Brandschutzsystems auf einer Holzkonstruktion wie Wand oder Decke mit Ständern oder Unterzügen, Balken oder Stützen dürfen nicht auf ähnliche Holzkonstruktionen geringerer Breite und Tiefe als die geprüften übertragen werden.

15.2.7 Dämmstoffe

Die Ergebnisse der Prüfung eines Brandschutzsystems auf einer Holzkonstruktion, in die Dämmstoffe einbezogen wurden, dürfen nicht auf Holzkonstruktionen angewendet werden, die Dämmstoffe von anderem Brandverhalten als Brandverhaltensklasse A₁ oder A₂ enthalten.

Bei Dämmstoffen mit anderen Brandverhaltensklassen muss der Versuch im Großmaßstab mit diesem Dämmstoff wiederholt werden.

Die Ergebnisse einer Prüfung eines Brandschutzsystems auf einer Holzkonstruktion, in der keine Hohlraumdämmung enthalten ist, dürfen nicht auf Holzkonstruktionen mit Dämmstoffen übertragen werden.

15.2.8 Befestigungen und Befestigungsmaterial

Die Ergebnisse von Prüfungen eines Brandschutzsystems mit zusätzlichen Befestigungen und Befestigungsmaterialien mit einer besonderen und bestimmten Befestigungsart oder besonderem und bestimmtem Befestigungsmaterial und bestimmten Abständen dürfen nur auf die Befestigungen oder Befestigungsmaterialien angewendet werden, die mit der gleichen Verteilungsdichte geprüft wurden.

15.3 Zusätzliche Grenzen der Anwendbarkeit von Ergebnissen der Beurteilung bei bestimmten Bauarten

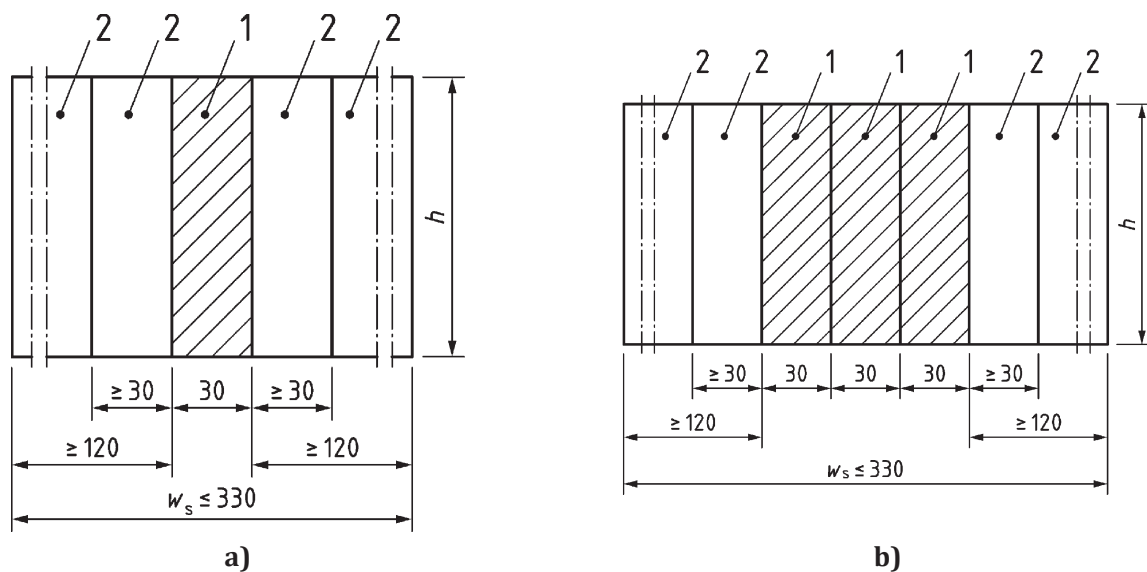
15.3.1 Wand- und Deckenkonstruktionen

- a) **Mittenabstand:** Die Ergebnisse der Prüfung eines auf einer Holzkonstruktion aufgetragenen Brandschutzsystems dürfen nicht auf Konstruktionen mit größeren Mittenabständen als die getesteten übertragen werden.
- b) **Füllhölzer:** Die Ergebnisse der Prüfung eines Brandschutzsystems an einer Holzkonstruktion ohne Füllhölzer dürfen auf Holzkonstruktionen übertragen werden, die Füllhölzer enthalten. Ergebnisse der Prüfung an Holzkonstruktionen mit Füllhölzern dürfen nicht auf Holzkonstruktionen ohne Füllhölzer übertragen werden. Falls bei dieser Prüfung als Teil des Brandschutzsystems Füllhölzer, z. B. als Fugenabdeckung, verwendet wurden, müssen sie ihrer Anwendung in der Praxis entsprechend geprüft werden.
- c) **Stützweite:** Die Ergebnisse der Prüfung eines Brandschutzsystems an einer Holzkonstruktion dürfen auf Holzkonstruktionen mit größeren oder kleineren Stützweiten als bei der Prüfung übertragen werden, vorausgesetzt, die Konstruktion wurde nach EN 1995-1-2 überprüft.
- d) **Last/Spannung:** Die Ergebnisse der Prüfung an einem Brandschutzsystem an einer belasteten Holzkonstruktion dürfen auf Holzkonstruktionen mit größeren aufgetragenen Lasten/Spannungen als bei der Prüfung übertragen werden, vorausgesetzt, die Konstruktion wurde nach EN 1995-1-2 überprüft.

15.3.2 Konstruktionen aus Balken und Stützen

- a) **Spannweite oder Höhe (Stützen):** Die Ergebnisse der Prüfung eines Brandschutzsystems an einem Holzbalken dürfen auf Balken oder Stützen mit Spannweiten oder Höhen, die größer oder kleiner als die getesteten sind, übertragen werden, vorausgesetzt, die Konstruktion wurde nach EN 1995-1-2 überprüft.
- b) **Last/Spannung:** Die Ergebnisse der Prüfung eines Brandschutzsystems an einem Holzbalken dürfen auf Balken oder Stützen mit höheren Lasten/Spannungen als die getesteten übertragen werden, vorausgesetzt, die Konstruktion wurde nach EN 1995-1-2 überprüft.
- c) **Drei- oder vierseitige Bekleidung von Balken und Stützen:** Die Ergebnisse der Prüfung eines Brandschutzsystems bei einem Versuch im Großmaßstab mit Balkenelement dürfen auf einen vierseitig bekleideten Balken ähnlicher Konstruktion oder eine Stütze ähnlicher Konstruktion übertragen werden.

Maße in Millimeter



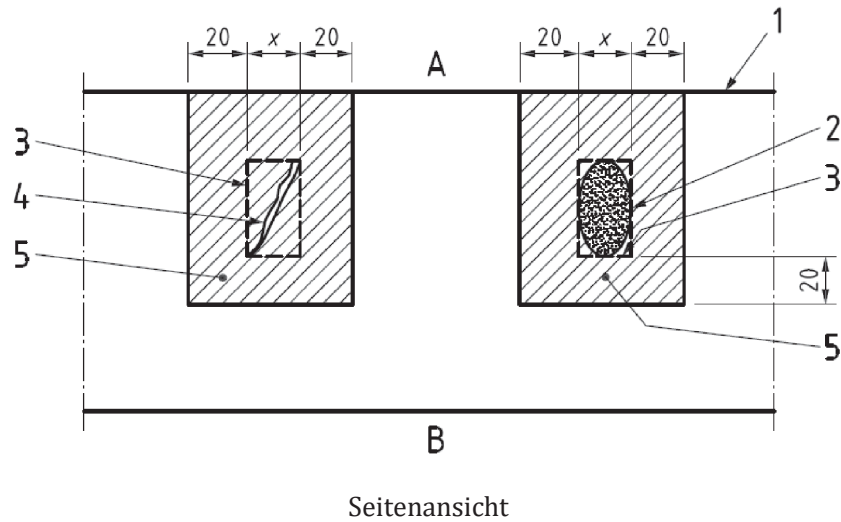
Querschnitt mit einem instrumentierten Balken und Temperaturmessstellen (interne Thermoelemente)

Legende

- 1 Holzbalken mit Thermoelementen
- 2 Holzbalken ohne Thermoelemente
- h Höhe des Verkohlungsprobekörpers
- w_s Breite des Verkohlungsprobekörpers

Bild 1 — Verkohlungsprobekörper mit einem a) und drei b) instrumentierten, durch äußere Balken geschützten Balken

Maße in Millimeter



Legende

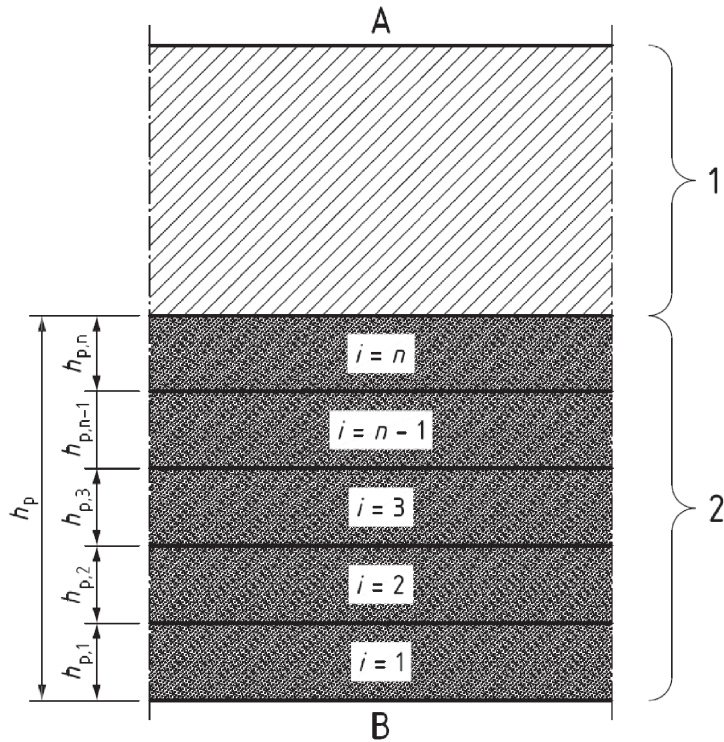
- | | |
|---|---|
| 1 | Holzbalken mit Thermoelementen |
| 2 | Holzfehler (Ast) |
| 3 | quadratisch umschlossener Bereich |
| 4 | Holzfehler (Riss oder Harzgalle) |
| 5 | Bereich, in dem keine Thermoelemente eingesetzt werden dürfen (Seitenansicht) |
| A | unbeflammte Seite |
| B | beflammte Seite |
| x | Länge des Fehlers |

Bild 2 — Bereich des instrumentierten Balkens des Verkohlungsprobekörpers, in dem wegen Fehlern keine Thermoelemente eingesetzt werden dürfen



1	instrumentierter Holzbalken (Mittelbalken)
2	interne Thermoelemente
3	Oberflächenthermoelement an der unteren, beflamten Seite
s	≥ 20 mm
w	30 mm
$l_{m,i}$	Messlänge der Temperaturmessstelle i

Bild 3 — Instrumentierter Balken des Verkohlungsprobekörpers mit einer Temperaturmessstelle

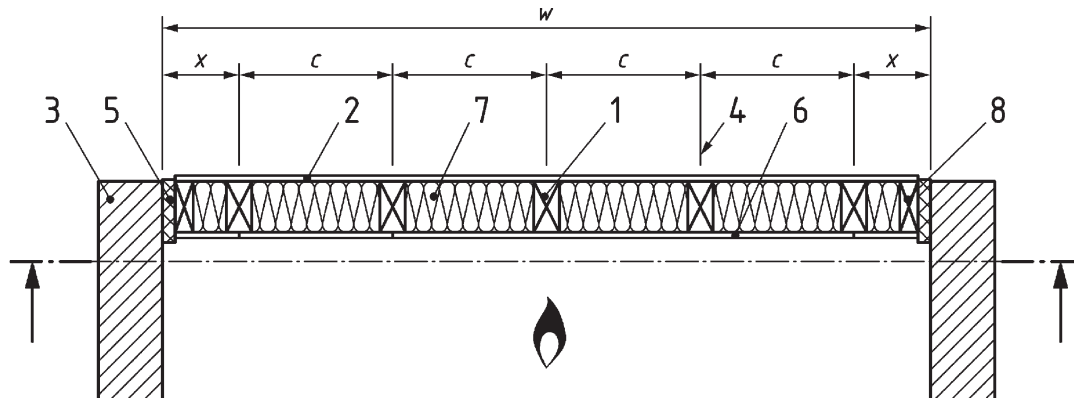


Legende

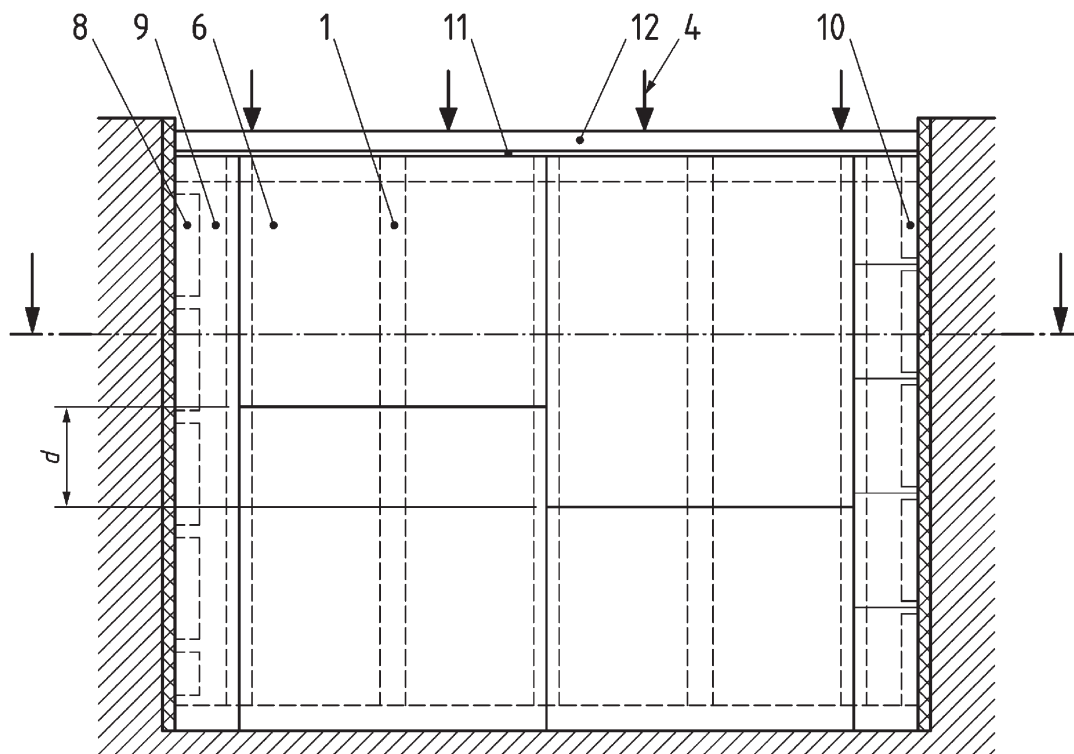
- A unbeflammte Seite
- B beflammte Seite
- 1 Holzbauteil der Holzrahmenanordnung
- 2 Brandschutzsystem
- i Anzahl Schichten
- h_p Summe der Dicken des Mehrschicht-Brandschutzsystems
- $h_{p,i}$ Dicke der Schicht i des Brandschutzsystems
- n Anzahl der Schichten des Mehrschicht-Brandschutzsystems

Bild 4 — Nummerierung der Schichten i von Mehrschicht-Brandschutzsystemen

Maße in Millimeter



a) Draufsicht



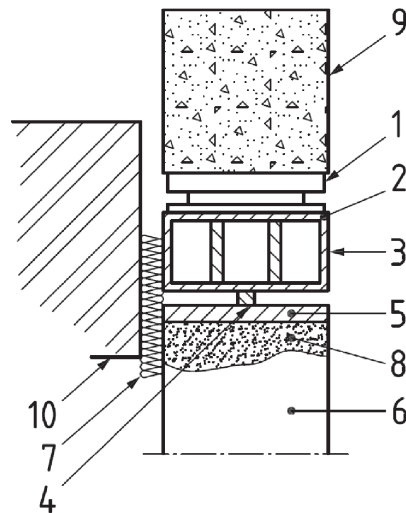
b) Querschnitt

Legende

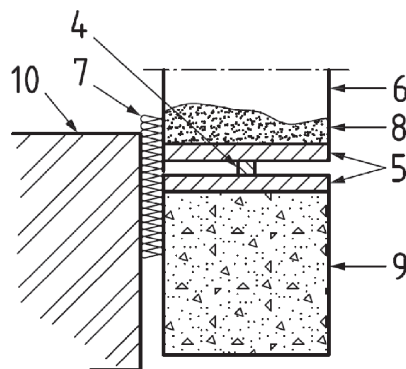
- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1 Holzständer | 10 äußerer Ständer (Beispiel: halbe Breite) |
| 2 Verkleidung | 11 Fundamentplatte |
| 3 Ofen | 12 Traverse |
| 4 Last | x Abstand zwischen dem äußersten tragenden Element zur Außenkante des Probekörpers |
| 5 Befestigungsbauteil der Dämmung | d Plattenverschiebung |
| 6 Brandschutzsystem | w Probekörperbreite |
| 7 Hohlraumdämmung | c Abstand zwischen tragenden Elementen (Mittellinie zu Mittellinie) |
| 8 äußerer Ständer (Beispiel: Schnitt) | |
| 9 Brandschutzplatte (Passteil) | |

Bild 5 — Wandprobekörper im Großmaßstab

Maße in Millimeter



a) Oberes Ende

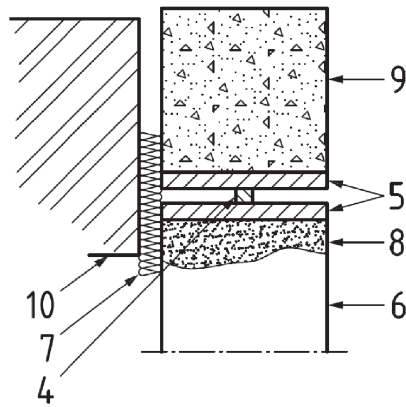


b) Unteres Ende

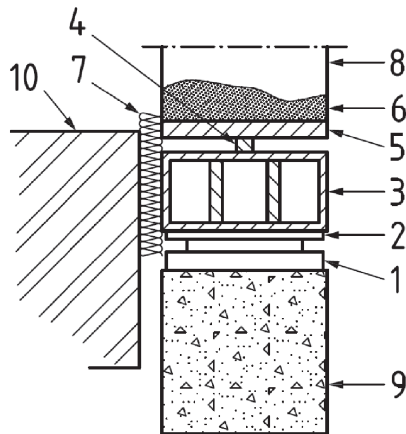
Legende

- 1 Hydraulikkolben
- 2 Kraftmessdose
- 3 Traverse
- 4 Stab 15 mm × 15 mm
- 5 Fundamentplatte
- 6 Probekörper
- 7 Mineraldämmstoff
- 8 Übergangsstelle zwischen Probekörper und Fundamentplatte
- 9 Prüfraumen
- 10 Prüfzylinder

Bild 6 — Auflagerbedingung am oberen und unteren Ende des Wandprobekörpers im Großmaßstab mit einem Beispiel für das Lastübertragungssystem am oberen Ende mit Belastung von oben



a) Oberes Ende



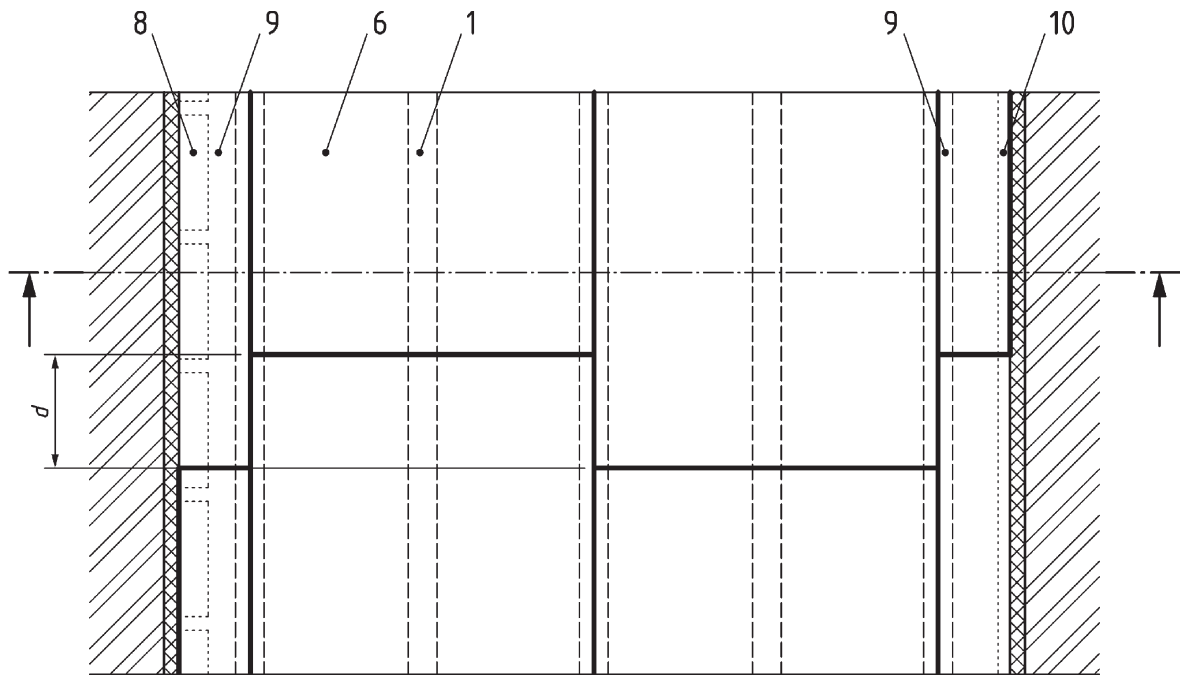
b) Unteres Ende

Legende

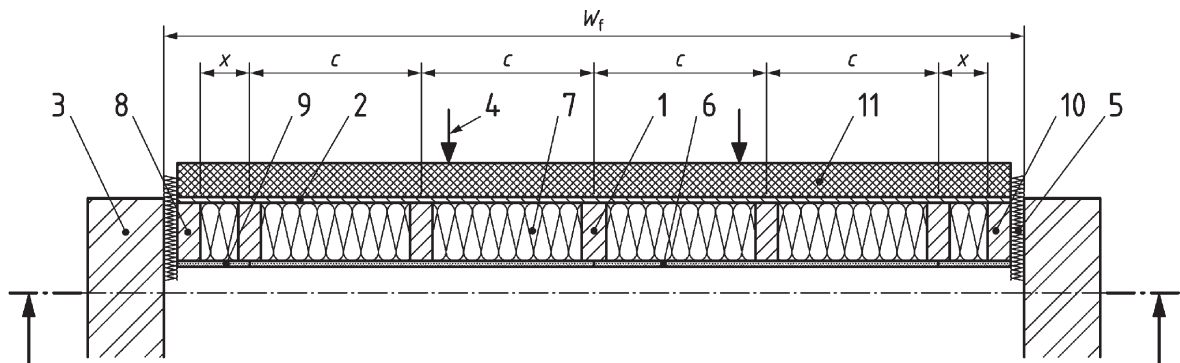
- 1 Hydraulikkolben
- 2 Kraftmessdose
- 3 Traverse
- 4 Stahlstab 15 mm × 15 mm
- 5 Fundamentplatte
- 6 Probekörper
- 7 Mineraleddämmstoff
- 8 Übergangsstelle zwischen Probekörper und Fundamentplatte
- 9 Prüfraumen
- 10 Prüfobjekt

Bild 7 — Auflagerbedingung am oberen und unteren Ende des Wandprobekörpers im Großmaßstab mit einem Beispiel für das Lastübertragungssystem am oberen Ende mit Belastung von unten

Maße in Millimeter



a) Draufsicht



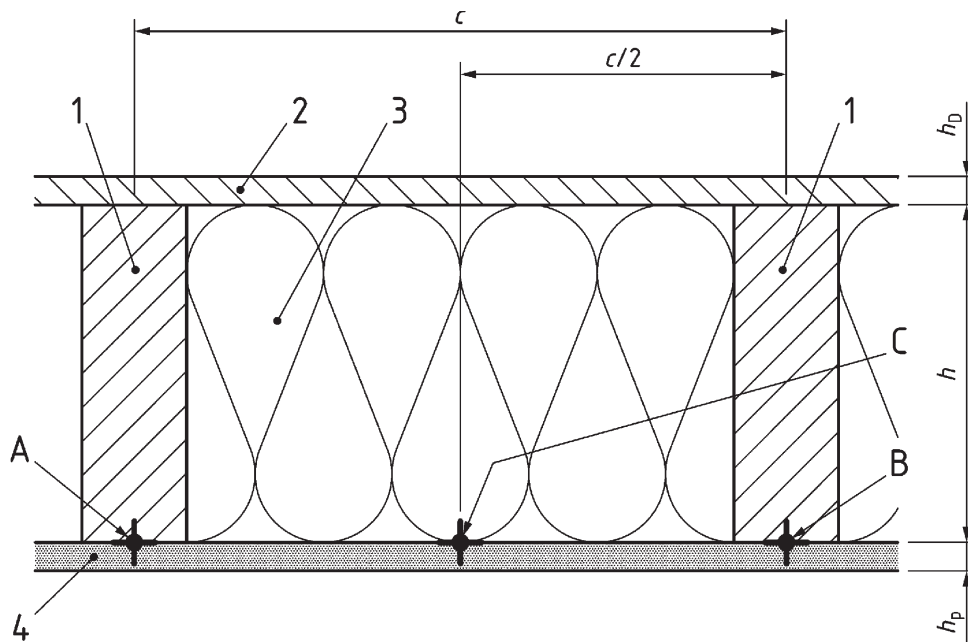
b) Querschnitt

Legende

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1 Holzunterzug | 7 Hohlraumdämmung |
| 2 Belag | 8 äußerer Unterzug (Beispiel: Schnitt) |
| 3 Ofen | 9 Brandschutzplatte (Passteil) |
| 4 Last | 10 äußerer Unterzug (Beispiel: halbe Breite) |
| 5 Befestigungsbauteil der Dämmung | 11 Traverse |
| 6 Brandschutzplatte | d Plattenverschiebung |

Bild 8 — Deckenprobekörper im Großmaßstab mit Platten als Brandschutzsystem

Maße in Millimeter



Querschnitt

Legende

- 1 belasteter Unterzug oder Ständer
- 2 Belag auf der unbeflammten Seite
- 3 Hohlraumdämmung (Steinwolle)
- 4 Brandschutzsystem, einschließlich Fugen
- c Mittenabstand
- h_P Dicke des Brandschutzsystems
- h_D Dicke des Belags
- A Thermoelement, Gruppe A: hinter dem Brandschutzsystem mehr als 200 mm entfernt von jeder Fuge
- B Thermoelement, Gruppe B: hinter dem Brandschutzsystem hinter Fugen (für Brandschutzsystem, einschließlich Fugen)
- C Thermoelement, Gruppe C: mittig zwischen zwei belasteten Unterzügen oder Ständern

Bild 9 — Einzelheiten mit technischer Ausrüstung des Wandprobekörpers im Großmaßstab und des Deckenprobekörpers im Großmaßstab mit einem Brandschutzsystem, einschließlich Fugen