

DIN EN 13381-4

ICS 13.220.50; 91.080.10

Mit DIN EN 13381-8:2013-08
Ersatz für
DIN V ENV 13381-4:2003-09

Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen –**Teil 4: Passive Brandschutzmaßnahmen für Stahlbauteile;****Deutsche Fassung EN 13381-4:2013**

Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members –

Part 4: Applied passive protection to steel members;
German version EN 13381-4:2013

Méthodes d'essai pour déterminer la contribution à la résistance au feu des éléments de construction –

Partie 4: Protection passive appliquée aux éléments en acier;
Version allemande EN 13381-4:2013

Gesamtumfang 85 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13381-4:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist hierfür der Arbeitsausschuss NA 005-52-02 AA „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen — Bauteile“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) als nationales Spiegelgremium zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 13381-4:2003-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Status der Europäischen Vornorm in eine Europäische Norm geändert;
- b) Norm redaktionell geändert;
- c) Norminhalt wurde aufgeteilt, wobei die reaktiven Beschichtungen für Stahlbauteile in EN 13381-8 behandelt werden;
- d) das Prüfverfahren wurde geändert, um Maßnahmen einzuführen, die belasteten Trägern eine Durchbiegung von L/30 erlauben;
- e) zusätzlich enthält das grafische Beurteilungsverfahren jetzt eine Punkt-zu-Punkt-Methode, um Linien darzustellen und einen neuen virtuellen Datenpunkt in Bezug auf die Ofentemperatur.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 13381-4: 2003-09

Deutsche Fassung

Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum
Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen —
Teil 4: Passive Brandschutzmaßnahmen für Stahlbauteile

Test methods for determining the contribution to the fire
resistance of structural members —
Part 4: Applied passive protection to steel members

Méthodes d'essai pour déterminer la contribution à la
résistance au feu des éléments de construction —
Partie 4: Protection passive appliquée aux éléments en
acier

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 10. Februar 2013 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

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

Inhalt

Seite

Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole und Einheiten	9
4 Prüfeinrichtung	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Brandraum	11
4.3 Belastungseinrichtung	11
5 Prüfbedingungen	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Auflager- und Belastungsbedingungen	11
5.2.1 Belastete Träger	11
5.2.2 Unbelastete Träger	11
5.2.3 Belastete Stützen	12
5.2.4 Unbelastete Stützen	12
5.3 Belastung	12
6 Probekörper	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Größe der Probekörper	13
6.2.1 Belastete Träger	13
6.2.2 Referenzprofile	13
6.2.3 Belastete Stützen	13
6.2.4 Profile geringer Höhe	13
6.3 Konstruktive Ausbildung der Stahlprobekörper	13
6.3.1 Belastete Träger	13
6.3.2 Unbelastete Träger	14
6.3.3 Belastete Stützen	14
6.3.4 Stützen geringer Höhe	14
6.3.5 Aufbringen des Brandschutzsystems	14
6.4 Zusammensetzung der Stahlprofile	15
6.5 Eigenschaften der Brandschutzmaterialien	15
6.5.1 Allgemeines	15
6.5.2 Dicke des Brandschutzmaterials	15
6.5.3 Dichte und Feuchtegehalt von Brandschutzmaterialien	16
6.5.4 Verifizierung der Probekörper	16
6.6 Auswahl der Probekörper	17
6.6.1 Auswahlprinzip	17
6.6.2 Für die Berichtigung in Bezug auf das Haftvermögen erforderliche Profile	18
6.6.3 Für die thermische Analyse erforderliche Profile	19
7 Einbau der Probekörper	22
7.1 Belasteter Träger	22
7.2 Unbelastete Träger	23
7.3 Belastete Stützen	23
7.4 Unbelastete Stützen	23
7.5 Muster für den Einbau von Probekörpern	23
7.6 Brandraumbelegung	23
8 Konditionierung der Probekörper	24
9 Verwendung der Messeinrichtung	24

9.1	Allgemeines	24
9.2	Einrichtung zur Messung und Regelung der Brandraumtemperatur	24
9.2.1	Allgemeines	24
9.2.2	Brandraumtemperatur im Bereich von als Probekörper verwendeten belasteten Trägern	24
9.2.3	Brandraumtemperatur im Bereich von als Probekörper verwendeten belasteten Stützen	24
9.2.4	Brandraumtemperatur im Bereich von unbelasteten Probekörpern	24
9.3	Messeinrichtung zur Bestimmung der Stahltemperaturen	25
9.3.1	Allgemeines	25
9.3.2	Belastete Träger	25
9.3.3	Unbelastete Träger	25
9.3.4	Belastete Stützen.....	26
9.3.5	Unbelastete Stützen geringer Höhe.....	26
9.4	Messeinrichtung für die Druckmessung	26
9.5	Messeinrichtung für die Verformungsmessung	26
9.6	Messeinrichtung für die Lastmessung.....	26
10	Durchführung der Prüfung	26
10.1	Allgemeines	26
10.2	Brandraumtemperatur und -druck.....	26
10.3	Aufbringung und Regelung der Last	27
10.3.1	Belastete Träger	27
10.3.2	Belastete Stützen.....	27
10.4	Stahltemperatur	27
10.5	Durchbiegung	27
10.6	Beobachtungen	27
10.7	Beendigung der Prüfung	27
11	Prüfergebnisse	28
11.1	Annehmbarkeit der Prüfergebnisse	28
11.2	Darstellung der Prüfergebnisse	29
12	Prüfbericht	29
13	Beurteilung.....	30
13.1	Allgemeines	30
13.2	Temperaturmesswerte	30
13.3	Berichtigung in Bezug auf Abweichungen des Haftvermögens und des Wärmedämmvermögens über den geprüften Dickenbereich	30
13.4	Beurteilungsverfahren für die thermische Leistungsfähigkeit.....	30
13.5	Annehmbarkeit des angewendeten Beurteilungsverfahrens und der daraus resultierenden Analyse — Annahmekriterien	31
14	Beurteilungsbericht.....	31
15	Anwendungsgrenzen der Ergebnisse aus der Beurteilung	32
Anhang A (normativ) Anwendbarkeit der Ergebnisse der Beurteilung auf andere Profile als solche mit „I“- oder „H“-Querschnitt.....		49
A.1	Tragende Hohlprofile - Allgemeines	49
A.2	Kastenförmig umbaute Systeme	49
A.3	Profilfolgende Systeme.....	49
A.4	Alternative Befestigungsmittel für Tafeln (Platten)	50
A.5	Einschränkungen	50
Anhang B (normativ) Messung der Eigenschaften von Brandschutzmaterialien		51
B.1	Einleitung	51
B.2	Dicke von Brandschutzmaterialien.....	51
B.2.1	Messung	51
B.2.2	Messpunkte bei Putzen	52
B.3	Dichte der aufgetragenen Brandschutzmaterialien	53
B.4	Feuchtegehalt von aufgetragenen Brandschutzmaterialien.....	53
Anhang C (normativ) Befestigung der Thermoelemente an den Stahlbauteilen und Führung der Kabel		54

C.1	Einleitung.....	54
C.2	Typen von Thermoelementen.....	54
C.3	Befestigung der Thermoelemente.....	54
C.4	Führung der Drähte der Thermoelemente.....	54
C.5	Anschließen der Thermoelemente	55
C.6	Versagen von Thermoelementen	55
Anhang D (normativ)	Berichtigung von Messwerten — Nenndicke	56
D.1	Berichtigung von Messwerten.....	56
D.1.1	Durchführung	56
D.1.2	Verfahren	56
D.2	Nenndicke — Grafisches Verfahren.....	59
Anhang E (normativ)	Verfahren für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Brandschutzsystems.....	60
E.1	Allgemeines.....	60
E.2	Grafischer Ansatz	60
E.2.1	Allgemeines.....	60
E.2.2	Eingangswerte	60
E.2.3	Schritt 1 — Nenndicke.....	61
E.2.4	Schritt 2 — Grafische Darstellung	61
E.2.5	Schritt 3 — Erstellung des Graphen	63
E.2.6	Schritt 4 — Übereinstimmung mit 13.5.....	63
E.2.7	Schritt 5 — Ableitung von Schnittpunkten	65
E.2.8	Schritt 6 — Lineare Interpolation	66
E.2.9	Schritt 7 — Angabe der Ergebnisse.....	66
E.3	Analyse mit Differentialgleichung (Ansatz mit variablem λ) — Methodik.....	66
E.3.1	Allgemeines.....	66
E.3.2	Schritt 1 — Grundlegende Gleichung.....	67
E.3.3	Schritt 2 — Eingangswerte	68
E.3.4	Schritt 3 — Vorbereitung der Eingangswerte	68
E.3.5	Schritt 4 — Bestimmung des Feuchteplateaus	68
E.3.6	Schritt 5 — Bestimmung der elementaren variablen Leitfähigkeiten für jedes Profil geringer Höhe.....	69
E.3.7	Schritt 6 — Bestimmung der Temperatur des Brandschutzmaterials	69
E.3.8	Schritt 7 — Umwandlung der Leitfähigkeiten	69
E.3.9	Schritt 8 — Bestimmung der mittleren variablen Wärmeleitfähigkeitswerte für das Brandschutzmaterial	69
E.3.10	Schritt 9 — Verifizierung der Eignung der mittleren variablen Wärmeleitfähigkeitswerte	70
E.3.11	Schritt 11 — Darstellung der Ergebnisse.....	71
E.3.12	Schritt 12 — Angabe der Ergebnisse.....	71
E.4	Analyse mit Differentialgleichung (Ansatz mit konstantem λ) — Methodik.....	72
E.4.1	Allgemeines.....	72
E.4.2	Schritt 1 — Anwendung der Eingangswerte aus den Prüfergebnissen — Eingangswerte	72
E.4.3	Schritt 2 — Bestimmung von λ für eine festgelegte Stahlbemessungstemperatur	73
E.4.4	Schritt 3 — Lineare Regression	74
E.4.5	Schritt 4 — Verifizierung der Annahmekriterien.....	74
E.4.6	Schritt 5 — Anpassen von c_0	74
E.4.7	Schritt 6 — Darstellung der Ergebnisse	75
E.4.8	Schritt 7 — Angabe der Ergebnisse.....	75
E.5	Numerische Regressionsanalyse	76
E.5.1	Allgemeines.....	76
E.5.2	Eingangswerte	76
E.5.3	Grundlegende Gleichung.....	76
E.5.4	Schritte 1 bis 5 — Verwendung der Eingangswerte aus den Prüfergebnissen	77
Anhang F (normativ)	Tabellen der Profilmäße	78
Literaturhinweise		83

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13381-4:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

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

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

Dieses Dokument ersetzt ENV 13381-4:2002.

Gegenüber der früheren Ausgabe wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Das Prüfverfahren wurde geändert, um Maßnahmen einzuführen, die belasteten Trägern eine Durchbiegung von $L/30$ erlauben.
- Zusätzlich enthält das grafische Beurteilungsverfahren jetzt eine Punkt-zu-Punkt-Methode, um Linien darzustellen und einen neuen virtuellen Datenpunkt in Bezug auf die Ofentemperatur.

Dieses Dokument ist kompatibel mit EN 13381-8 und behandelt speziell die Prüfung und Beurteilung von passiven Brandschutzsystemen (aufgespritzten Produkten, Putzen, mattenartigen Produkten und Platten), die zum Schutz von Stahlbauteilen vorgesehen sind.

Dieses Dokument ist Teil der Reihe EN 13381 mit dem Titel *Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen*. Weitere Teile dieser Normenreihe sind:

- *Teil 1: Horizontal angeordnete Brandschutzbekleidungen*
- *Teil 2: Vertikal angeordnete Brandschutzbekleidungen*
- *Teil 3: Brandschutzmaßnahmen für Betonbauteile*
- *Teil 4: Passive Brandschutzmaßnahmen für Stahlbauteile* (das vorliegende Dokument)
- *Teil 5: Brandschutzmaßnahmen für profilierte Stahlblech/Beton-Verbundkonstruktionen*
- *Teil 6: Brandschutzmaßnahmen für betonverfüllte Stahlverbund-Hohlstützen*
- *Teil 7: Brandschutzmaßnahmen für Holzbauteile*
- *Teil 8: Reaktive Ummantelung von Stahlbauteilen*

ACHTUNG — Alle Personen, die mit der Leitung und Durchführung dieser Prüfung des Feuerwiderstands befasst sind, werden darauf hingewiesen, dass Brandprüfungen gefährlich sein können und die Möglichkeit besteht, dass während der Prüfung giftige(r) und/oder schädliche(r) Rauch und Gase austreten können. Beim Aufbau des Probekörpers oder der Prüfkonstruktionen, ihrer Prüfung und der Entsorgung der Prüfrückstände können auch mechanische und ablaufbedingte Gefährdungen auftreten. Eine Abschätzung aller möglichen Gefährdungen und Gesundheitsrisiken sollte durchgeführt, und Sicherheitsvorkehrungen sollten bestimmt und vorgesehen werden. Sicherheitsanweisungen sollten in schriftlicher Form bereitgestellt werden. Das zuständige Personal sollte entsprechend geschult werden. Es ist sicherzustellen, dass das Laborpersonal die schriftlichen Sicherheitsanweisungen stets befolgt. Die in dieser Norm angegebenen besonderen Hinweise zum Schutz der Gesundheit und der Sicherheit sollten befolgt werden.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages von passiven Brandschutzsystemen zum Feuerwiderstand von tragenden Stahlbauteilen fest, die als Träger oder Stützen verwendet werden können. Es berücksichtigt nur Profile ohne Öffnungen im Steg. Auf Zugträger ist eine direkte Anwendung nicht ohne eine weitere Beurteilung möglich. Ergebnisse der Analyse von I- oder H-Profilen sind direkt auf Winkelstücke, U-Profile und T-Profile für denselben Profilmassfaktor anwendbar, wobei sie als Einzelbauteile oder als Verband verwendet werden können. Diese Europäische Norm gilt nicht für Vollstangen oder Rundstäbe.

Diese Europäische Norm bezieht sich auf Brandschutzsysteme, die nur passive und keine reaktiven Brandschutzmaterialien enthalten, wie in diesem Dokument beschrieben.

Die Bewertung ist so konzipiert, dass sie einen Bereich von Dicken des Brandschutzmaterials, einen Bereich von Stahlquerschnitten, die durch ihre Profilmassfaktoren beschrieben sind, einen Bereich von Bemessungstemperaturen sowie einen Gültigkeitsbereich von Klassifizierungszeiten der Brandschutzmaßnahme umfasst.

Diese Europäische Norm beschreibt die Prüfverfahren für die Brandprüfungen, die zur Bestimmung der Formstabilität des Brandschutzsystems und seines Haftvermögens auf Stahlbauteilen sowie zur Ermittlung der thermischen Eigenschaften des Brandschutzsystems bei Beanspruchung unter den Bedingungen der Einheits-Temperaturzeitkurve nach EN 1363-1 durchgeführt werden sollten.

Das Brandprüfverfahren erlaubt die Ermittlung und Darstellung von Messwerten, die als direkte Eingangswerte zur Berechnung der Feuerwiderstandsfähigkeit von tragenden Stahlbauteilen nach den in EN 1993-1-2 und EN 1994-1-2 angegebenen Verfahren anwendbar sind.

Diese Europäische Norm enthält darüber hinaus die Beurteilung, die festlegt, wie die Analyse der Messwerte durchzuführen ist, sowie Hinweise zu den Verfahren, nach denen die Interpolation durchgeführt werden sollte.

Das Verfahren der Beurteilung wird angewendet, um:

- a) auf Grund der Temperaturmesswerte, die sich aus den Prüfungen von belasteten und unbelasteten Profilen ergeben, einen Korrekturfaktor zu ermitteln sowie etwaige praktische Einschränkungen zur Anwendung der Brandschutzsysteme unter Brandbeanspruchungsbedingungen anzugeben (physikalisches Verhalten);
- b) auf Grund der Temperaturmesswerte, die sich aus Prüfungen an kurzen Stahlprofilen ergeben, die thermischen Eigenschaften des Brandschutzsystems zu ermitteln (thermisches Verhalten).

Die Grenzen der Anwendbarkeit der anhand der Brandprüfung erhaltenen Beurteilungsergebnisse sind in Verbindung mit der zulässigen direkten Anwendung der Ergebnisse auf unterschiedliche Stahlquerschnitte und Stahlgüten sowie auf unterschiedliche Brandschutzsysteme festgelegt.

Die Ergebnisse der nach dieser Europäischen Norm durchgeführten Prüfung und Beurteilung sind direkt auf „I“- und „H“-Stahlprofile und Hohlprofile anwendbar.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

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

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

EN 13501-1, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*

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

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

EN 1365-4, *Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile — Teil 4: Stützen*

EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1993-1-2, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall*

EN 10025-1, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen*

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

ISO 8421-2:1987, *Fire protection — Vocabulary — Part 2: Structural fire protection*

ETAG 018-3, *Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung für Brandschutzprodukte (Brandschutzbekleidungen und Brandschutzbeschichtungen) — Teil 3: Brandschutzputzbekleidungen mit und ohne Putzträger und Bausätze für Brandschutzputzbekleidungen zur Verwendung als Brandschutzprodukt*

ETAG 018-4, *Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung für Brandschutzprodukte — Teil 4: Produkte und Bausätze aus verformbaren und nicht verformbaren Brandschutzplatten und aus Brandschutzmatten*

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.

3.1.1

Stahlbauteil

tragendes Bauelement, das aus Stahl desselben Typs wie in der Prüfung gefertigt ist

3.1.2

reaktives Brandschutzmaterial

reaktive Materialien, die auf Grund ihrer spezifischen Zusammensetzung bei erhöhten Temperaturen chemisch reagieren, so dass sich ihre physische Form ändert und dadurch die Brandschutzwirkung durch thermische Isolierung und Kühlung einsetzt

3.1.3

passives Brandschutzmaterial

Materialien, die bei erhöhten Temperaturen ihre physische Form nicht verändern und die auf Grund ihrer physikalischen oder thermischen Eigenschaften eine Brandschutzfunktion erfüllen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Hierzu können auch wasserhaltige oder endotherme Materialien zählen, die bei Erwärmung zu einem Kühleffekt führen. Sie können in Form von aufgespritzten Beschichtungen, Putzen, mattenartigen Produkten, Tafeln oder Platten vorliegen.

3.1.4

Brandschutzsystem

Brandschutzmaterial in Verbindung mit einem etwaigen Befestigungssystem einschließlich einer Bewehrung als Drahtgeflecht wie geprüft und gegebenenfalls mit einer speziellen Grundierung und/oder einem speziellen Deckanstrich

3.1.5

Brandschutzmaßnahme

Schutzmaßnahme am Stahlbauteil durch ein Brandschutzsystem, wodurch die Temperatur des Stahlbauteils während der gesamten Dauer der Brandbeanspruchung begrenzt bleibt

3.1.6

Probekörper

zu prüfendes Stahlbauteil, das Stützen und Balken sowie das zu prüfende Brandschutzsystem umfasst

3.1.7

Dicke des Brandschutzsystems

Trockenschichtdicke eines aufgetragenen Brandschutzmaterials oder eines einschichtigen Brandschutzsystems oder die Summe der Dicken aller Schichten von mehrschichtigen Brandschutzsystemen, wobei die Dicke der Elemente des Tragsystems oder der Fugenabdeckstreifen ausgenommen ist

3.1.8

Haftvermögen

Fähigkeit eines Brandschutzsystems, für einen festgelegten Verformungsbereich und eine festgelegte Brandraum- und Stahltemperatur hinreichend formstabil und in Position zu verbleiben, damit sich die Brandschutzwirkung nicht wesentlich verschlechtert

3.1.9

Profilfaktor

3.1.9.1

profilfolgende Brandschutzsysteme

Verhältnis der längenbezogenen beflammten äußeren Umfangsfläche des tragenden Stahlbauteils selbst ohne das Brandschutzmaterial, zu seinem längenbezogenen Querschnittsvolumen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.1.9.2

kastenförmig umbaute Brandschutzsysteme

Verhältnis der Summe der Innenmaße der kleinstmöglichen rechteckförmigen oder quadratischen Umbauung, die um das tragende Stahlbauteil herum gemessen werden kann, multipliziert mit der Längeneinheit, zu seinem längenbezogenen Volumen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.1.10

Bemessungstemperatur

Temperatur eines tragenden Stahlbauteils für die statische Bemessung

3.1.11

charakteristische Stahltemperatur

Temperatur des tragenden Stahlbauteils, die zur Ermittlung des Korrekturfaktors für das als $(\text{Temperaturmittel} + \text{Höchsttemperatur})/2$ berechnete Haftvermögen verwendet wird

3.1.12

Stahltemperatur

Gesamtmittel der Temperatur, das als Eingangswert für die Analyse verwendet und wie folgt berechnet wird:

- für „I“- und „H“-Profilträger als die durch 3 geteilte Summe der Mittelwerte des Oberflansches, des Stegs und des Unterflansches;
- für „I“-, „H“- und Hohlprofil-Stützen als Summe der Mittelwerte jeder einzelnen Messstelle, geteilt durch die Anzahl der Messstellen;
- für Hohlprofilträger als die durch 2 geteilte Summe der Mittelwerte der Seiten und der Unterseite

3.2 Symbole und Einheiten

Symbol	Einheit	Beschreibung
LB		belastetes Trägerprofil
UB		unbelastetes Trägerprofil geringer Höhe
LC		belastetes Stützenprofil mit 3 m Höhe
SC		unbelastetes Stützenprofil geringer Höhe
p		Brandschutzmaterial
a		Stahl
f		Brandraum (Prüföfen)
d		Dicke
ρ		Dichte
t_i	min	Zeit, bis das belastete Profil die Bemessungstemperatur erreicht
t_1	min	Zeit, bis das Referenzprofil die Bemessungstemperatur erreicht
S	m^{-1}	Profilfaktor des belasteten Profils
S_1	m^{-1}	Profilfaktor des Referenzprofils
D	mm	Dicke des Brandschutzmaterials des belasteten Profils
D_1	mm	Dicke des Brandschutzmaterials des Referenzprofils
$d_{\max}$	mm	größte Dicke des Brandschutzmaterials des belasteten Profils
$d_{\min}$	mm	kleinste Dicke des Brandschutzmaterials des belasteten Profils
d_i	mm	Dicke des Brandschutzmaterials des Profils geringer Höhe
$k_{i\max}$		Korrekturfaktor für das Haftvermögen bei der größten Dicke des Brandschutzmaterials
$k_{i\min}$		Korrekturfaktor für das Haftvermögen bei der kleinsten Dicke des Brandschutzmaterials
k_i		Korrekturfaktor für das Haftvermögen des Profils geringer Höhe bei der Dicke d_i
A_m/V	m^{-1}	Profilfaktor des ungeschützten Stahlprofils
A_p/V	m^{-1}	Profilfaktor des geschützten Stahlprofils
A	m^2	Querschnittsfläche des Stahlprofils
V	m^3/m	Volumen des Stahlprofils je Längeneinheit
V_v	m^3/m	Volumen des Brandschutzmaterials je Längeneinheit
H	mm	Höhe der Stahlstütze
h	mm	Tiefe des Stahlprofils
B	mm	Breite des Stahlprofils
t_w	mm	Dicke des Stahlprofilstegs
t_f	mm	Dicke des Stahlprofilflansches
t	mm	Wanddicke eines Stahlhohlprofils
$L_{\exp}$	mm	beflammte Länge des Probenträgers
$L_{\sup}$	mm	Stützweite des Probenträgers
L_{spec}	mm	Länge des Probenträgers
d_{UB}	mm	Dicke des Brandschutzmaterials am unbelasteten Trägerprofil
d_{SC}	mm	Dicke des Brandschutzmaterials am unbelasteten Stützenprofil
d_p	mm	Dicke des betrachteten Brandschutzmaterials

Symbol	Einheit	Beschreibung
$d_{p(max)}$	mm	größte Dicke des verwendeten Brandschutzmaterials
$d_{p(min)}$	mm	Minstdicke des verwendeten Brandschutzmaterials
ρ_{Schutz}	kg/m ³	Dichte des Brandschutzmaterials
ρ_{UB}	kg/m ³	Dichte des Brandschutzmaterials am unbelasteten Trägerprofil
ρ_{SC}	kg/m ³	Dichte des Brandschutzmaterials am unbelasteten Stützenprofil
ρ_{LB}	kg/m ³	Dichte des Brandschutzmaterials am belasteten Träger
ρ_a	kg/m ³	Dichte des Stahls (im Regelfall 7 850 kg/m ³)
θ_{LB}	°C	charakteristische Stahltemperatur eines belasteten Trägers
θ_{UB}	°C	charakteristische Stahltemperatur eines unbelasteten Referenzträgers geringer Höhe
θ_{LC}	°C	charakteristische Stahltemperatur einer belasteten Stütze
θ_{SC}	°C	charakteristische Temperatur einer Referenzstütze geringer Höhe
$\theta_{c(UB)}$	°C	berichtigte mittlere Temperatur eines unbelasteten Trägerprofils
$\theta_{c(SC)}$	°C	berichtigte mittlere Temperatur eines unbelasteten Stützenprofils
θ_t	°C	mittlere Temperatur des Brandraums zur Zeit t
θ_{at}	°C	mittlere Temperatur des Stahls zur Zeit t
$\Delta\theta_t$	°C	Anstieg der Brandraumtemperatur während des Zeitintervalls Δt
$\theta_{m(SC)}$	°C	angepasste Stahltemperatur eines unbelasteten Profils
θ	°C	Bemessungstemperatur
K_d		Bereichsfaktor für die Dicke
K_s		Bereichsfaktor für den Profilmfaktor
c_a	J/(kgK)	temperaturabhängige spezifische Wärmekapazität von Stahl nach EN 1993-1-2
c_p	J/(kgK)	temperaturunabhängige spezifische Wärmekapazität des Brandschutzmaterials
μ		Verhältnis der Wärmekapazität des Brandschutzmaterials zu der des Stahlprofils
t	min	Zeit ab Prüfungsbeginn
t_e	min	Zeit, die ein unbelastetes Profil benötigt, um eine einem belasteten Träger zum Zeitpunkt t vergleichbare Temperatur zu erreichen
Δt	min	Zeitintervall
t_d	min	Zeit, die ein Profil geringer Höhe bis zum Erreichen der Bemessungstemperatur benötigt
λ_p	W/(mK)	effektive Wärmeleitfähigkeit des Brandschutzmaterials
$\lambda_{char(p)}$	W/(mK)	Kennwert der effektiven Wärmeleitfähigkeit des Brandschutzmaterials
$\lambda_{ave(p)}$	W/(mK)	Mittelwert von λ_p , berechnet aus allen Profilen geringer Höhe bei einer Temperatur θ
$\lambda_{\delta(p)}$		Standardabweichung von λ_p , berechnet aus allen Profilen geringer Höhe bei einer Temperatur θ
K		auf $\lambda_{\delta(p)}$ angewendete Konstante

4 Prüfeinrichtung

4.1 Allgemeines

Der Brandraum und die Prüfgeräte müssen den Festlegungen in EN 1363-1 entsprechen.

4.2 Brandraum

Der Brandraum muss so bemessen sein, dass die Probekörper nach Abschnitt 6 beflammt und nach Abschnitt 7 auf dem Brandraum aufgebaut oder in diesen eingebaut werden können.

4.3 Belastungseinrichtung

Die Belastung muss nach EN 1363-1 erfolgen. Die Belastungseinrichtung muss die Belastung von Trägern nach 5.2.1 und von Stützen nach 5.2.3 ermöglichen.

5 Prüfbedingungen

5.1 Allgemeines

Eine Anzahl von kurzen durch das Brandschutzsystem geschützten „I“- oder „H“-Profilen oder Hohlprofilen aus Stahl wird in einem Brandraum entsprechend den Festlegungen nach EN 1363-1 beflammt.

Belastete und unbelastete Träger oder Stützen, die in gleicher Weise beflammt werden, liefern Informationen zur Fähigkeit eines Brandschutzsystems, formstabil zu bleiben und an den Prüfprofilen aus Stahl zu haften (Haftvermögen).

Das in diesem Teil beschriebene Prüfverfahren für belastete Träger ist darauf ausgelegt, bei Beanspruchung durch Belastung und Erwärmung eine maximale Durchbiegung (Stützweite/30) zu ergeben. Wenn die Durchbiegungsgeschwindigkeit die in EN 1363-1 angegebene überschreitet, ist es möglicherweise nicht möglich, Stützweite/30 zu erreichen.

Es wird empfohlen, die Prüfungen so lange fortzusetzen, bis die Stahltemperatur ihren entsprechend der Anwendung erforderlichen Höchstwert erreicht.

Werden mehrere Probekörper gleichzeitig geprüft, so muss sichergestellt sein, dass jeder dieser Probekörper den festgelegten Prüfbedingungen in ausreichendem Maße und in gleicher Weise ausgesetzt wird.

Falls in der vorliegenden Norm keine gegenteiligen Anweisungen gegeben werden, müssen bei der Durchführung dieser Prüfung die in EN 1363-1 angegebenen Verfahren befolgt werden.

5.2 Auflager- und Belastungsbedingungen

5.2.1 Belastete Träger

Jeder als Probekörper verwendete belastete Träger muss frei aufliegend gelagert sein, und es muss sichergestellt sein, dass unbehinderte Dehnungen und vertikale Durchbiegungen des Trägers möglich sind. Der Träger darf nicht mit einer zusätzlichen Torsionsversteifung versehen sein, es sei denn, es wird wie in 6.3.1 festgelegt für notwendig erachtet. Die Stützweite darf die beflamnte Länge bei freier Auflagerung nicht um mehr als 400 mm an jedem Ende überschreiten.

Die Belastung ist mittels eines der beiden in Bild 2 beschriebenen Verfahren aufzubringen.

Die außerhalb des Brandofens befindlichen Enden von belasteten Trägern müssen mit einem geeigneten Dämmstoff isoliert werden.

5.2.2 Unbelastete Träger

Jeder als Probekörper verwendete unbelastete Träger ist wie in Bild 3 dargestellt aufzulagern.

5.2.3 Belastete Stützen

Für jede als Probekörper verwendete belastete Stütze muss sichergestellt werden, dass ihre Auflagerbedingungen sowie die Positionierung und Ausrichtung innerhalb des Brandraums die entsprechenden Anforderungen von EN 1365-4 sowie die etwaigen geänderten oder zusätzlich aufgenommenen Anforderungen der vorliegenden Norm erfüllen. Bild 8 zeigt ein Beispiel.

5.2.4 Unbelastete Stützen

Unbelastete Stützenprofile sind senkrecht stehend im Brandraum zu montieren; dabei sind sie entweder an der Unterseite der Abdeckplatten des Brandraums zu befestigen (siehe Beispiel in Bild 10) oder auf dem Boden des Brandraums (direkt aufliegend oder auf Sockeln) aufzustellen.

5.3 Belastung

Die als Probekörper verwendeten belasteten Träger sind mit einer Gesamtlast von 60 % des Bemessungswertes der Momententragfähigkeit nach EN 1993-1-1 zu beanspruchen; diese Belastung ist auf der Grundlage der tatsächlichen Streckgrenze des Stahls aus der Konformitätsbescheinigung für die Charge oder auf der Grundlage eines tatsächlichen Messwertes zu berechnen.

Die tatsächlich aufgebrachte Last muss der berechneten Gesamtlast abzüglich des Eigengewichtes des Trägers, der Betonabdeckung und des Brandschutzmaterials usw. entsprechen.

Das Belastungsverfahren ist so zu wählen, dass ein Biegemoment erzeugt wird, das über mindestens 20 % der Stützweite des Trägers in Feldmitte konstant ist.

Die belastete Stütze ist mit einer Prüflast von 60 % des Bemessungswertes der Knicklasttragfähigkeit nach EN 1993-1-1 zu beanspruchen, die auf der Grundlage der tatsächlichen Streckgrenze des Stahls aus der Konformitätsbescheinigung für die Charge oder auf der Grundlage eines tatsächlichen Messwertes berechnet wird. Einzelheiten der zur Bestimmung der Prüflasten durchgeführten Berechnung sind in den Prüfbericht aufzunehmen.

Die als Probekörper verwendeten belasteten Stahlprofile sind nach EN 1365-3 oder EN 1365-4 unter Berücksichtigung etwaiger geänderter oder zusätzlich aufgenommener Anforderungen der vorliegenden Norm zu prüfen.

6 Probekörper

6.1 Allgemeines

Die zu prüfenden Profile sind entsprechend dem Anwendungsbereich der Beurteilung auszuwählen und müssen sowohl belastete als auch unbelastete Profile umfassen. Die Prüfung von belasteten Profilen und Referenzprofilen bildet die Grundlage für die Korrektur des Haftvermögens, die auf die thermischen Daten, die aus den unbelasteten kurzen Profilen gewonnen wurden, anzuwenden ist. In Abhängigkeit vom Anwendungsbereich der Beurteilung ist das Auswahlprinzip der belasteten und unbelasteten Profile auf Grund der in 6.6 angegebenen Einzelheiten zu wählen. Die zu prüfenden Profile sind aus den Tabellen in Anhang F auszuwählen.

Für jede Prüfung an einem belasteten Träger oder einer belasteten Stütze ist ein entsprechender unbelasteter Referenzträger bzw. eine unbelastete Referenzstütze in das Prüfprogramm einzubeziehen und möglichst gleichzeitig im Brandraum zu prüfen. Ist es nicht möglich, eine belastete Stütze und eine Referenzstütze gemeinsam im Brandraum zu prüfen, so muss das Referenzprofil gesondert im selben Brandraum in derselben Position wie die belastete Stütze geprüft werden.

Für sowohl die größte als auch die kleinste Dicke des Brandschutzsystems ist ein belasteter Träger auf das Haftverhalten des Brandschutzmaterials bei maximaler Durchbiegung des Stahlprofils bei etwa 550 °C bis zur höchsten erwarteten Stahltemperatur zu prüfen. Dabei brauchen die beiden belasteten Stahlträger nicht dieselbe Größe zu haben.

Es wird erforderlich sein, die Durchführung von Belastungsprüfungen an sowohl Trägern als auch Stützen zu erwägen, falls sich die Schutzsysteme unterscheiden.

Die für die belasteten und die entsprechenden unbelasteten Referenzprofile erhaltenen Daten sind zur Bestimmung der Korrekturfaktoren für das Haftvermögen über den Dickenbereich nach Anhang D heranzuziehen.

Falls die Beurteilung auf vierseitig geschützte Stützen beschränkt bleiben soll, sind die Prüfungen am belasteten Träger durch Prüfungen an belasteten Stützen zu ersetzen. In diesem Falle werden die unbelasteten Referenzträgerprofile durch unbelastete Referenzstützenprofile ersetzt.

6.2 Größe der Probekörper

6.2.1 Belastete Träger

Belastete Träger sind als „I“- oder „H“-Träger oder als rechteckige Hohlprofile zu prüfen.

Jeder Träger muss eine Gesamtlänge haben, die eine Beflammung über eine Länge von mindestens 4 000 mm ermöglicht.

Die Stützweite und die Länge des Probekörpers sind wie folgt festzulegen:

Die Stützweite [L_{sup}] zwischen den Auflagern ist die beflammte Länge zuzüglich maximal 400 mm an beiden Enden. Die Länge des Probekörpers [L_{spec}] ist die beflammte Länge zuzüglich maximal 500 mm an beiden Enden (siehe Bild 9).

Die für den Einbau erforderliche zusätzliche Länge muss so klein wie praktisch möglich sein.

6.2.2 Referenzprofile

Soweit möglich, ist jeder unbelastete Referenzabschnitt der gleichen Stahllänge zu entnehmen, die auch für das entsprechende belastete Stahlprofil verwendet wurde; auf diese Weise ist sicherzustellen, dass die beiden Probekörper gleiche Abmessungen und Eigenschaften haben. Falls dies nicht erreicht werden kann, sollte das Prüflabor sicherstellen, dass die Abmessungen und Eigenschaften des Referenzprofils ähnlich sind.

Bei Plattenbefestigungssystemen muss die Mindestlänge von als Referenzprofil verwendeten Trägern und Stützen geringer Höhe ($1\,000 \pm 50$) mm betragen, und es sollten keine Stoßstellen in der Plattenbekleidung einbezogen werden, außer wenn die größte Plattenlänge weniger als 1 000 mm beträgt.

6.2.3 Belastete Stützen

Alle belasteten Stützen müssen eine beflammte Mindesthöhe von 3 000 mm haben.

6.2.4 Profile geringer Höhe

Träger und Stützen geringer Höhe müssen eine Länge von ($1\,000 \pm 50$) mm haben.

6.3 Konstruktive Ausbildung der Stahlprobekörper

6.3.1 Belastete Träger

Die konstruktive Ausbildung von Stahlprofilen für die Prüfung belasteter Träger muss Bild 9 entsprechen.

Sollte aufgrund der Stützweite des Trägers eine zusätzliche Aussteifung erforderlich sein, so können auf Vereinbarung mit dem Auftraggeber Stegaussteifungen vorgesehen werden.

Zur Erhöhung der Steifigkeit des Steges und der Torsionssteifigkeit dürfen die Träger mit Folgendem versehen werden:

- Stegaussteifungen in Form von an jeder Belastungsstelle angeschweißten Stahlblechen oder dreieckigen Knotenblechen. Die Dicke dieser Bleche muss mindestens der Dicke des Steges und die Blechhöhe muss der Tiefe des Trägerflansches abzüglich mindestens 10 mm entsprechen. Einzelheiten sind Bild 9 zu entnehmen;
- Stegaussteifungen in Form von an jedem Auflager angeschweißten Stahlblechen oder „U“-Profilen. Die Dicke dieser Bleche muss mindestens der Dicke des Steges entsprechen. Stegaussteifungen aus Stahlblech sind für eine zusätzliche Torsionssteifigkeit trapezförmig auszubilden. Einzelheiten sind Bild 9 zu entnehmen.

6.3.2 Unbelastete Träger

Die konstruktive Ausbildung von unbelasteten Trägern muss Bild 3 entsprechen.

Zur Verringerung der Wärmeübertragung an den Enden unbelasteter Träger sind die Trägerenden mit Dämmplatten oder in ähnlicher Weise so zu schützen, dass bei erhöhten Temperaturen eine Wärmedämmung sichergestellt ist, die mindestens der des über die Länge des Probekörpers aufgetragenen Brandschutzmaterials entspricht (siehe Bild 3).

Die Maße des Schutzes an den Enden müssen größer sein als die Gesamtabmessungen der Brandschutzmaßnahme.

6.3.3 Belastete Stützen

Die konstruktive Ausbildung von belasteten Stützen muss Bild 8 entsprechen.

6.3.4 Stützen geringer Höhe

Die konstruktive Ausbildung von Stützen geringer Höhe muss Bild 13 und Bild 14 entsprechen.

Stützen geringer Höhe dürfen auf dem Brandraumboden stehend oder von der Decke des Brandraumes hängend oder auf Sockeln stehend geprüft werden.

Zur Verringerung der Wärmeübertragung an den Enden, sind die Enden der Stahlstützenprofile mit Dämmplatten oder in ähnlicher Weise so zu schützen, dass bei erhöhten Temperaturen eine Wärmedämmung sichergestellt ist, die mindestens der des über die Höhe der Stütze aufgetragenen Brandschutzmaterials entspricht (siehe Bild 13 und Bild 14).

Die Maße des Schutzes an den Enden müssen größer sein als die Gesamtabmessungen der Brandschutzmaßnahme (siehe Bild 13).

6.3.5 Aufbringen des Brandschutzsystems

Die Oberfläche des Stahls muss an den entsprechenden Stellen vorbehandelt werden, und das Brandschutzsystem muss in einer für die praktische Anwendung repräsentativen Art und Weise auf die Träger und Stützen aufgebracht werden. Die Aufbringung des Brandschutzmaterials muss sowohl für Stützen als auch für Träger nach dem gleichen Verfahren erfolgen; andernfalls werden gesonderte Prüfungen und Beurteilungen unter Einbeziehung belasteter Stützen erforderlich. Jede mögliche Streuung der Dichte des Brandschutzsystems, das auf die belasteten und die entsprechenden unbelasteten Träger aufgebracht wird, muss innerhalb der zulässigen Abweichungen nach 6.5.3 liegen.

Bei mit Tafeln oder Platten umbauten Brandschutzsystemen müssen die belasteten Träger und Stahlstützenprofile jeweils ein Beispiel für alle konstruktionsbedingten oder umlaufenden Fugen enthalten, die in der Praxis zur Anwendung kommen können.

Im Falle von Trägern muss das Brandschutzsystem je nach Anwendungsfall von dem zu prüfenden Stahlprofil oder den Betonabdeckplatten gehalten werden. Wenn das Brandschutzsystem mit künstlichen Mitteln z. B. mithilfe durchgehender Bolzen, an Leichtbetonabdeckplatten zu befestigen ist, muss bei der Beurteilung das für die Befestigung an dem in der Praxis verwendeten Tragwerk vorgesehene Verfahren berücksichtigt werden.

Das Brandschutzmaterial muss auf das als Probekörper dienende und zu belastende Stahlprofil aufgebracht werden, bevor dieses belastet wird, außer wenn die belasteten Träger durch Tafeln oder Platten geschützt werden. Im Falle von belasteten Trägern, die durch mit Tafeln oder Platten umbaute Brandschutzsysteme geschützt sind, siehe 10.3 für weitere Hinweise.

Bei jedem Stützenprofil muss das Brandschutzmaterial über die beflammete Länge hinausgehen und bis über die volle Höhe jedes Stützenprofils reichen. Zusätzlich sollten bei belasteten Trägern ausreichende Abstände eingehalten werden, um sicherzustellen, dass die Wände des Brandraums nicht mit dem Brandschutzmaterial in Berührung kommen können. Dieser Abstand ist erforderlich, um sicherzustellen, dass das Brandschutzmaterial bei Durchbiegung der Träger nicht nachteilig beeinflusst wird.

Wenn das Brandschutzsystem kastenförmig angewendet wird, muss der Hohlraum an den Enden zwischen dem Brandschutzmaterial und dem Stahlbauteil an der Stelle, an der der Probekörper aus der Wand des Brandraums austritt, abgedichtet werden, um zu verhindern, dass Brandgase über die beflamnte Länge des Probekörpers hinweg ausströmen.

Es ist sicherzustellen, dass das Brandschutzsystem beim Einbau der Probekörper in den Brandraum oder auf Grund von Bewegungen des Probekörpers während der Prüfung keinen Dehnungen oder Spannungen infolge einer Einspannung, die in der praktischen Anwendung nicht vorkommen, ausgesetzt ist.

6.4 Zusammensetzung der Stahlprofile

Es ist ein beliebiger Baustahl (Gütebezeichnung ,S', nicht jedoch S 185) nach EN 10025-1 zu verwenden. Maschinenbaustahl (Gütebezeichnung ,E') ist nicht zulässig.

Die Abmessungen und Querschnittsflächen der Stahlprofile sind zu messen, wobei Innen- und Außenradien vernachlässigt werden. Diese Werte sind zur Bestimmung der Stahlprofilfaktoren nach den in Bild 1 angegebenen Gleichungen zu verwenden.

6.5 Eigenschaften der Brandschutzmaterialien

6.5.1 Allgemeines

Die Zusammensetzung des Brandschutzsystems muss vom Auftraggeber festgelegt werden und muss mindestens die zu erwartenden Nennwerte der Dichte und des Feuchtegehalts einhalten. Für die Zwecke der Beurteilung können weitere Angaben in Bezug auf die Wärmekapazität erforderlich sein.

Aus Gründen der Vertraulichkeit kann der Auftraggeber fordern, dass der Prüfbericht keine Einzelheiten zur Rezeptur oder Zusammensetzung des Brandschutzsystems zu enthalten hat. In diesem Falle müssen die betreffenden Daten, wie nach ETAG 018-3 oder ETAG 018-4 für die Charakterisierung der aufgespritzten brandschutztechnischen Beschichtung oder Tafeln, Platten oder Matten gefordert, zur Verfügung gestellt werden.

Die Abmessungen von Tafeln und Platten sind nach EN 13162 (für Platten) und EN 12467 (für Tafeln) zu bestimmen und müssen innerhalb der in diesen Normen festgelegten zulässigen Abweichungen liegen.

In entsprechender Weise ist die Dicke von Tafeln und Platten nach EN 823 (für Platten) und EN 12467 (für Tafeln) zu bestimmen und muss innerhalb der in diesen Normen festgelegten zulässigen Abweichungen liegen.

Die Dichte, der Feuchtegehalt und die Dicke von aufgespritzten Beschichtungen und Tafeln sind nach Anhang B zu bestimmen.

Für jeden Probekörper sind die tatsächlichen Werte der Dicke, der Dichte und des Feuchtegehalts des Brandschutzmaterials zum Zeitpunkt der Prüfung zu messen und aufzuzeichnen. Die Eigenschaften der Materialien sind an nach Abschnitt 8 konditionierten Prüfmateriale oder Proben zu ermitteln.

Die für die unterschiedlichen Typen von Brandschutzmaterialien geeigneten Verfahren sind in Anhang B angegeben.

6.5.2 Dicke des Brandschutzmaterials

Die Dicke von Platten oder tafelartigen Brandschutzmaterialien sollte über die gesamte Oberfläche hinweg um nicht mehr als 15 % vom Mittelwert abweichen. Bei der Beurteilung der Ergebnisse und innerhalb der Grenzen der Anwendbarkeit der Beurteilung ist der Mittelwert zu verwenden. Falls die Dicke von Tafeln um mehr als 15 % abweicht, muss bei der Beurteilung die größte aufgezeichnete Dicke verwendet werden.

Der Mittelwert muss der Mittelwert aller Messungen nach Anhang B sein.

Die Dicke von aufgespritzten Putzen oder beschichteten passiven Brandschutzmaterialien muss an den in Anhang B festgelegten Stellen gemessen werden. Die Messpunkte für die Dickenmessung müssen bei belasteten Trägern einen Abstand von mindestens 150 mm zu Stegaussteifungen haben.

Die Messstellen müssen zwischen 50 mm und 100 mm von jeder Thermoelement-Position entfernt sein.

Die Dicke von aufgespritzten Brandschutzmaterialien oder Putzen sollte um nicht mehr als 20 % vom Mittelwert abweichen. Bei der Beurteilung der Ergebnisse und innerhalb der Grenzen der Anwendbarkeit der Beurteilung ist der Mittelwert zu verwenden. Falls sie um mehr als 20 % abweicht, muss bei der Beurteilung die größte aufgezeichnete Dicke verwendet werden.

Die mittlere Dicke des Brandschutzmaterials (oder seine größte Dicke nach oben genannten Kriterien zur zulässigen Abweichung der Dicke), das bei jedem belasteten Träger und dem belasteten Stahlstützenprofil, sofern diese eingesetzt werden, verwendet wird, muss die gleiche sein wie die bei dem entsprechenden Referenzträger oder dem Stahlstützenprofil geringer Höhe verwendete. Die Unterschiede zwischen den Dicken in jedem dieser Fälle dürfen nicht größer als 10 % des Höchstwertes oder ± 5 mm sein, wobei der jeweils kleinere Wert maßgeblich ist.

6.5.3 Dichte und Feuchtegehalt von Brandschutzmaterialien

Die Dichte und der Feuchtegehalt des Brandschutzmaterials (sofern zutreffend), das an jedem Profil angewendet wird, muss nach Anhang B gemessen und aufgezeichnet werden.

Bei Brandschutzmaterial beliebiger Dicke sollte die Dichte um nicht mehr als 15 % vom Mittelwert abweichen. Bei der Beurteilung der Ergebnisse und innerhalb der Grenzen der Anwendbarkeit der Beurteilung ist der Mittelwert zu verwenden. Falls sie um mehr als 15 % abweicht, muss die größte aufgezeichnete Dichte verwendet werden.

Die mittlere Dichte des Brandschutzmaterials (oder seine größte Dichte nach oben genannten Kriterien zur zulässigen Abweichung der Dichte), das bei jedem belasteten Träger und dem belasteten Stahlstützenprofil, sofern diese eingesetzt werden, verwendet wird, muss die gleiche sein wie die bei dem entsprechenden unbelasteten Träger oder dem Stahlstützenprofil geringer Höhe verwendete. Die Unterschiede zwischen den Dichten dürfen in keinem dieser Fälle größer als 10 % des größten Mittelwertes bei dieser Dichte sein. Das Prüflabor muss bestätigen, dass die Gleichgewichtswerte der belasteten Profile und der Referenzprofile nicht mehr als 10 % voneinander abweichen.

6.5.4 Verifizierung der Probekörper

Der Probekörper muss durch eine Untersuchung und Verifizierung nach EN 1363-1 auf Einhaltung der Spezifikationen geprüft werden.

Die Eigenschaften der bei der Herstellung der Probekörper verwendeten Brandschutzmaterialien müssen nach den in Anhang B angegebenen Verfahren gemessen werden, wobei im Bedarfsfall spezielle Proben zu verwenden sind.

Der Auftraggeber ist verantwortlich für die Verifizierung, dass das Brandschutzmaterial ordnungsgemäß angewendet wurde, und im Falle von aufgespritzten Beschichtungen oder Putzen durch Anwendung von für das Material angemessenen Verfahren für die Sicherstellung, dass das Brandschutzmaterial der vorgesehenen Zusammensetzung und Spezifikation entspricht.

Der Spalt zwischen der Innenseite eines tafel- oder plattenartigen Systems und dem Stahlprofil ist aufzuzeichnen. Die Messungen müssen etwa in der Feldmitte und an beiden Enden einer Trägerverkleidung und etwa auf mittlerer Höhe und an der Oberseite einer Stützenverkleidung erfolgen.

6.6 Auswahl der Probekörper

6.6.1 Auswahlprinzip

Die Auswahl der Probekörper richtet sich nach dem Anwendungsbereich der Beurteilung. Mithilfe von Tabelle 1 sind verschiedene Beurteilungen möglich, je nachdem, ob der Hersteller eine eingeschränkte oder eine umfassende Prüfung wünscht. Jedes Prüfprogramm gibt die Mindestanzahl der für den jeweiligen Anwendungsbereich erforderlichen Probekörper an.

Die Prüfung eines bestimmten Brandschutzsystems am belasteten Träger ist auch auf Stützen anwendbar, bei denen dasselbe System zur Anwendung kommt. Dasselbe Schutzsystem ist als System festgelegt, das die untere Hälfte des Schutzsystems des Trägers identisch widerspiegelt. Es muss außerdem dasselbe Befestigungsverfahren in der oberen Hälfte des Trägers umfassen. Wenn im System des Trägers beispielsweise ausschließlich Querriegel verwendet werden, kann das Schutzsystem der Stütze als gleichwertig angesehen werden, wenn die Querriegel auch im Schutzsystem der Stütze verwendet werden und sie sich im gleichen Abstand zueinander befinden. Wenn im System des Trägers Winkelstücke im oberen Teil der Trägerverkleidung verwendet werden, jedoch nicht im unteren Teil, so müssen im Verkleidungssystem der Stütze ähnliche Winkelstücke oder U-Profile verwendet werden. Andernfalls werden die beiden Systeme als unterschiedlich betrachtet und eine belastete Stütze muss dann außerdem geprüft werden.

Brandschutzsysteme, die eine unterschiedliche Anzahl von Lagen von Tafeln, Platten oder Matten aufweisen, sind als mehr als ein System zu betrachten. Daher sind für ein einlagiges System ein gesondertes Prüfprogramm und eine gesonderte Beurteilung gegenüber einem mehrlagigen System erforderlich. Wenn z. B. ein System mit Verkleidung durch Tafeln bis zu drei Lagen von Tafeln erfordert, so sind zwei Prüf- und Beurteilungsprogramme erforderlich, d. h. ein Programm für das einlagige System und eines für die zwei- und dreilagigen kombinierten Systeme.

Wenn Brandschutzputzsysteme ohne Bewehrungsgeflecht geprüft werden, so kann in der praktischen Anwendung Bewehrungsdraht hinzugefügt werden. Wenn das Bewehrungsgeflecht im geprüften System verwendet wird, muss es in der praktischen Anwendung ebenfalls eingesetzt werden.

Tabelle 1 gilt für Tafeln, Platten oder Matten sowie aufgespritzte Beschichtungen. Im Falle von Tafeln, Platten oder Matten müssen die für Stützen und Träger geltenden Montageverfahren die gleichen sein, um die kombinierte Träger und Stützen Beurteilung durchführen zu können (Prüfprogramme 3 und 4).

Tabelle 1

Anwen- dungs- bereich	Prüf- pro- gramm	Nach 6.6.2 ausge- wählte belas- tete Träger	Nach 6.6.2 ausge- wählte belastete Stützen	RB ^b	RC ^e	SIB ^c	SIC ^d	Profile geringer Höhe ins- gesamt	Berichti- gungs- verfahren nach Ta- belle D.1
„I“-Träger ^a	1	✓		2		11		13	a)
„I“-Stützen	2		✓		2		11	13	b)
„I“-Träger ^a + „I“-Stützen	3	✓		2			13	15	d)
„I“-Träger ^a + „I“-Stützen	4	✓		2		11	13	26	c)
a „I“ schließt sowohl „I“- als auch „H“-Formen ein. b RB = Referenzträger. Dieser Träger muss in die thermische Analyse einbezogen werden. c SIB = „I“-Trägerprofile geringer Höhe. d SIC = „I“-Stützenprofile geringer Höhe. e RC = Referenzstütze. Diese Stütze muss in die thermische Analyse einbezogen werden.									

Der Auftraggeber kann die in Anhang A angegebenen Grundsätze auf tragende Hohlprofile anwenden. In diesem Falle müssen die betreffenden „I“- oder „H“-Profile nach dem vorliegenden Dokument geprüft werden.

Für den Fall des Schutzes durch Tafeln, Platten oder Matten gilt, wenn sich das Befestigungsverfahren für Hohlprofile von dem für „I“- oder „H“-Profile unterscheidet oder wenn eine getrennte Beurteilung von Hohlprofilen erforderlich ist, die nachstehende Tabelle 2.

Tabelle 2

Anwendungs-bereich	Prüfpro-gramm	Nach 6.6.2 ausge-wählte belastete Träger	Nach 6.6.2 ausge-wählte belastete Stützen	Referenz-profile	Hohlprofil-träger geringer Höhe	Hohl-profil-stützen geringer Höhe	Profile geringer Höhe insge-samt	Berichti-gungs-verfahren nach Ta-belle D.1
Rechteck-träger	1	✓		2	4		6	e)
Hohlprofil-stützen	2		✓	2		4	6	f)

Zur Untersuchung der Beziehung zwischen Feuerwiderstand, Dicke des Brandschutzmaterials und Profilmfaktor ist ein Prüfprogramm für unbelastete Profile erforderlich. Ein typisches Prüfprogramm umfasst mindestens sechs Profile mit unterschiedlichen Dicken des Brandschutzmaterials.

6.6.2 Für die Berichtigung in Bezug auf das Haftvermögen erforderliche Profile

Hinweise zur Auswahl von belasteten Profilen für die Beurteilung des Haftvermögens sind Tabelle 3 und Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 3 — Putze

Belastetes Profil	Dicke des Brandschutzmaterials	Profilmfaktor	Mindesttiefe oder -breite mm
Träger 1	Maximal	in Übereinstimmung mit dem Anwendungsbereich der Beurteilung	300
Träger 2	Minimal	in Übereinstimmung mit dem Anwendungsbereich der Beurteilung	300
Stütze 1	Maximal	in Übereinstimmung mit dem Anwendungsbereich der Beurteilung	200
Stütze 2	Minimal	in Übereinstimmung mit dem Anwendungsbereich der Beurteilung	200

Tabelle 4 — Tafeln/Platten/Matten

Belastetes Profil	Dicke des Brandschutzmaterials	Profilmfaktor	Mindesttiefe mm
Träger 1	Maximal	in Übereinstimmung mit dem Anwendungsbereich der Beurteilung	300
Träger 2	Minimal	in Übereinstimmung mit dem Anwendungsbereich der Beurteilung	300
Stütze 1	Maximal	in Übereinstimmung mit dem Anwendungsbereich der Beurteilung	200
Stütze 2	Minimal	in Übereinstimmung mit dem Anwendungsbereich der Beurteilung	300

Für den Nachweis des Haftvermögens werden nicht alle belasteten Profile benötigt, weswegen für die Auswahl der erforderlichen Prüfungen auf 6.6.1 verwiesen wird.

Die Verfahrensweisen für die Bestimmung der Berichtigung des Haftvermögens hängen vom Anwendungsbereich des aus Tabelle 1 und Tabelle 2 ausgewählten Prüfprogramms ab und ist in Anhang D beschrieben.

Korrekturfaktoren für einlagige Systeme gelten nur für thermische Daten aus der Prüfung von einlagigen Systemen.

Korrekturfaktoren für mehrlagige Systeme gelten nur für thermische Daten aus der Prüfung von mehrlagigen Systemen.

Bei mehrlagigen Systemen, die an Trägern und Stützen geprüft werden, muss das Profil mit der Mindestschutzdicke zwei Lagen der dünnsten Tafel, Platte oder Matte umfassen und das Profil mit der größten Schutzdicke muss zwei oder mehr Lagen der Tafel, Platte oder Matte mit der größten Dicke umfassen. Im letztgenannten Fall darf eine der Tafel-, Platten- oder Mattenlagen durch eine dünnere Lage ersetzt werden, damit die maximale Dicke, die zur Übereinstimmung mit dem Anwendungsbereich der Beurteilung erforderlich ist, erreicht wird.

Die Lage der dünnsten Schicht muss der praktischen Anwendung entsprechen. Wenn z. B. bei der Prüfung die dünnste Schicht die Außenschicht des Systems ist, so muss auch in der praktischen Anwendung die dünnste Schicht die Außenschicht sein.

6.6.3 Für die thermische Analyse erforderliche Profile

6.6.3.1 „I“- und „H“-Profile geringer Höhe

Die Profile sind so zu wählen, dass der gesamte Bereich der Dicke des Brandschutzmaterials, des Profilmfaktors und der Feuerwiderstandsdauer abgedeckt ist, und so, dass ein dem belasteten Profil entsprechendes Referenzprofil geringer Höhe enthalten ist. In Tabelle 5 und Tabelle 6 ist die Mindestanzahl erforderlicher Profile angegeben. Zusätzliche Profile können geprüft werden, um eine Kurvenanpassung wie in E.2 beschrieben (grafischer Ansatz) zu ermöglichen.

Für die Analyse von Hohlprofilen sind weitere Profile geringer Höhe erforderlich, die in ähnlicher Weise zur Abdeckung des Bereichs der Dicke des Brandschutzmaterials, des Profilmfaktors und der Feuerwiderstandsdauer auszuwählen sind.

Die kurzen, unbelasteten Probekörper für die Prüfung von Brandschutzsystemen mit Fugen dürfen keine Fugen enthalten, es sei denn, das System verfügt üblicherweise über Fugen mit einem Mittenabstand von weniger als 1 m.

Die Auswahl der Probekörper richtet sich nach dem Anwendungsbereich der für das Produkt geforderten Beurteilung. Diese erfolgt auf der Grundlage des Profilmfaktors (Größt- und Kleinstwert) und des Dickenbereichs (Größt- und Kleinstwert) für jede Feuerwiderstandsdauer. Die Bereichsfaktoren betragen 1,0 für den Größt- und 0,0 für den Kleinstwert und werden vom Hersteller festgelegt.

Für „I“-Profile oder „H“-Profile geringer Höhe gilt Tabelle 5:

Tabelle 5

Profilbereichsfaktor (K_s)	Faktor für den Dickenbereich (K_d)			
	0,0 ($d_{\min}$)	0,2 bis 0,5	0,5 bis 0,8	1,0 ($d_{\max}$)
0,0 ($s_{\min}$)	✓	✓	✓	
	✓ptp			
0,2 bis 0,5	✓		✓	✓
	✓ptp			
	✓ptp	✓ptp		✓ptp
0,5 bis 0,8	✓	✓	✓	✓
		✓ptp	✓ptp	✓ptp
		✓ptp	✓ptp	✓ptp
1,0 ($s_{\max}$)		✓	✓	✓

Die Tabelle gilt gesondert für Träger und Stützen.

Bei den vorstehenden Angaben handelt es sich um ein Beispiel — unabhängig davon, welche Wahl getroffen wird, müssen in jeder Reihe und in jeder Spalte jeweils mindestens 3 Profile enthalten sein, außer bei den zusätzlichen ptp-Profilen.

Der Profilmfaktor für den belasteten Träger bei größter Dicke muss im Bereich von 0,2 bis 1,0 liegen.

Der Profilmfaktor für den belasteten Träger bei minimaler Dicke muss im Bereich von 0,2 bis 0,8 liegen.

Der tatsächliche Profilmfaktor und die Dicke werden nach Gleichung (1) und Gleichung (2) berechnet.

Der Anwendungsbereich der Beurteilung beschränkt sich auf Träger mit einer maximalen Tiefe, die dem 1,5fachen der Tiefe des geprüften belasteten Trägers mit der entsprechenden Dicke des Brandschutzmaterials entspricht.

Der Anwendungsbereich der Beurteilung beschränkt sich auf Stützen mit einer maximalen Tiefe, die dem Doppelten der Tiefe des geprüften belasteten Trägers oder der belasteten Stütze bis zu einem Höchstwert von 600 mm entspricht.

Die Gesamtanzahl an Profilen geringer Höhe beträgt für Träger und Stützen jeweils mindestens 13. Bei Systemen, bei denen in der praktischen Anwendung weniger als vier Dicken vorhanden sind, müssen diese Dicken geprüft werden und jede Dicke ist bei jedem Profilbereichsfaktor zu prüfen.

Falls zur Beurteilung von Trägern nur Stützen geringer Höhe verwendet werden, müssen in die Prüfungen an minimal und maximal belasteten Trägern auch die Referenzträger einbezogen werden.

Falls zur Beurteilung von Trägern nur Stützen geringer Höhe verwendet werden, ist die maximale Steghöhe auf die Steghöhe des belasteten Trägers zuzüglich 50 % begrenzt.

Falls für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Hohlprofilen „I“- oder „H“-Profile geringer Höhe verwendet werden sollen, so muss diese Prüfung Anhang A entsprechen.

Die Profile in Tabelle 5, die mit dem Verweis „ptp“ versehen sind, sind als zusätzliche Profile erforderlich, die bei Anwendung einer grafischen Beurteilung von Punkt zu Punkt für eine bestimmte Nenndickenlinie zwischen zwei Profilmfaktorbereichen liegen.

6.6.3.2 Hohlprofile

Für den Fall, dass Hohlprofile gesondert zu prüfen und zu beurteilen sind, d. h. wenn Anhang A nicht angewendet wird, gilt Tabelle 6:

Tabelle 6

Profilbereichsfaktor (K_s)	Faktor für den Dickenbereich (K_d)		
	0,0 ($d_{\min}$)	0,4 bis 0,6	1,0 ($d_{\max}$)
0,0 ($s_{\min}$)	✓	✓	
0,4 bis 0,6	✓		✓
1,0 ($s_{\max}$)		✓	✓

Die Tabelle gilt gesondert für Hohlträger und Hohlstützen.

Bei den vorstehenden Angaben handelt es sich um ein Beispiel – unabhängig davon, welche Wahl getroffen wird, müssen in jeder Reihe und in jeder Spalte jeweils mindestens 2 Profile enthalten sein.

Der Profilmfaktor für den belasteten Träger bei größter Dicke muss im Bereich von 0,5 bis 1,0 liegen.

Der Profilmfaktor für die belastete Hohlstütze bei größter Dicke muss im Bereich von 0,5 bis 1,0 liegen.

Der tatsächliche Profilmfaktor und die Dicke werden nach Gleichung (1) und Gleichung (2) berechnet.

Die Gesamtanzahl an Profilen geringer Höhe beträgt mindestens 6 für Träger und auch für Stützen mindestens 6 und damit insgesamt 12. Bei Systemen, bei denen in der praktischen Anwendung weniger als drei Dicken vorhanden sind, müssen diese Dicken geprüft werden und jede Dicke ist bei jedem Profilmbereichsfaktor zu prüfen.

Diese geringe Anzahl an Profilen als in Tabelle 5 angegeben gestattet lediglich eine begrenzte Beurteilung, d. h. es ist nur eine feststehende Dicke des Brandschutzmaterials für jeden Profilmfaktor möglich ohne Interpolation zwischen den geprüften Dickenbereichen.

Für eine vollständige Beurteilung ist demnach derselbe Ansatz mit der in Tabelle 5 angegebenen Anzahl von Profilen anzuwenden.

Der Anwendungsbereich der Beurteilung beschränkt sich auf Träger mit einer maximalen Tiefe, die dem 1,5fachen der Tiefe des geprüften belasteten Trägers mit der entsprechenden Dicke des Brandschutzmaterials entspricht.

Der Anwendungsbereich der Beurteilung beschränkt sich auf Stützen mit einer maximalen Tiefe, die dem Doppelten der Tiefe des geprüften belasteten Trägers oder der belasteten Stütze bis zu einem Höchstwert von 600 mm entspricht.

Für einige Feuerwiderstandsdauern entspricht das belastete Profil möglicherweise nicht dem höchsten Profilmfaktor, es muss jedoch mit größter Dicke geschützt sein.

Die tatsächlichen Werte für den Bereichsfaktor lassen sich aus Gleichung (1) und Gleichung (2) herleiten:

Für die Dicke:

$$d_p = K_d(d_{\max} - d_{\min}) + d_{\min} \quad (1)$$

Dabei ist

- d_p die Dicke bei Faktor K_d ;
- $d_{\max}$ die größte Dicke bei einem Faktor K_d von 1;
- $d_{\min}$ die Minstdicke bei einem Faktor K_d von 0.

Bei einem Dickenbereich von z. B. 10 mm bis 50 mm beträgt die Dicke für einen Faktor K_s von 0,5 gleich

$$((50 - 10) \times 0,5) + 10 = 30 \text{ mm.}$$

Für den Profilmfaktor:

$$s_p = K_s (s_{\max} - s_{\min}) + s_{\min} \quad (2)$$

Dabei ist

- s_p der Profilmfaktor bei Faktor K_s ;
- $s_{\max}$ der größte Profilmfaktor bei einem Faktor K_s von 1;
- $s_{\min}$ der kleinste Profilmfaktor bei einem Faktor K_s von 0.

Bei einem Profilmfaktorenbereich von z. B. 60 m^{-1} bis 300 m^{-1} beträgt der Profilmfaktor für einen Faktor K_s von 0,5 gleich $((300 - 60) \times 0,5) + 60 = 180 \text{ m}^{-1}$.

Der Hersteller darf den Profilmfaktor entsprechend dem vom Prüflabor für die Prüfung tatsächlich ausgewählten Profil bestimmen.

Die zu verwendenden Probekörper sind aus den in Anhang F angegebenen Tabellen auszuwählen.

7 Einbau der Probekörper

7.1 Belasteter Träger

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. Dabei werden lediglich die beiden Seiten und die Unterseite des Trägers beflammt, wie in den Bildern 2, 11 und 12 dargestellt. Die Platten müssen folgende Eigenschaften aufweisen:

- a) die quer zur Trägerachse gemessene Breite muss (600 ± 100) mm betragen;
- b) die Dicke muss im Bereich von (150 mm bis 200 mm) liegen;
- c) die maximale Länge muss 625 mm betragen;
- d) die Nenndichte von Porenbetonplatten muss 500 kg/m^3 betragen;
- e) die Nenndichte von Leichtbetonplatten muss $1\,500 \text{ kg/m}^3$ betragen;
- f) zwischen den Betonplatten muss ein Spalt vorhanden sein, der groß genug ist, damit sich der Träger verbiegen kann.

Zwischen den Betonplatten und dem Oberflansch des Trägers ist eine Schicht aus einem verdichtbaren Dämmstoff einzubringen. Hierfür ist ein Dämmstoff der Klasse A1 bei der Bestimmung nach EN 13501-1 zu verwenden, dessen Betriebstemperatur mindestens $1\,000^\circ\text{C}$ beträgt. Er muss im unbelasteten Zustand eine Dicke von (30 ± 5) mm und eine Nenndichte von $(125 \pm 25) \text{ kg/m}^3$ haben. Die Breite dieser Isolierschicht muss der Breite des Oberflansches des Stahlträgers entsprechen (siehe Bild 2).

Für jedes Element der Betonabdeckung sind mindestens zwei Befestigungspunkte vorzusehen. Der Spalt zwischen den Elementen der Betonabdeckung ist mit feuerwiderstandsfähigem Material auszufüllen.

Zu Beginn der Prüfung muss die Unterseite der Betonabdeckung auf dem belasteten Träger nominell 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 den belasteten Träger aufgetragenen Betonabdeckung und den angrenzenden Brandraumabdeckplatten so abgedichtet sind, dass keine Brandraumgase entweichen können; dies gilt besonders dann, 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 außerhalb des Brandraums befindlichen Enden von belasteten Trägern gedämmt werden, und es sollte ein ausreichender Abstand zwischen der Unterseite des Schutzsystems und den Wänden des Brandraums eingehalten werden, um Schäden zu vermeiden.

7.2 Unbelastete Träger

Jeder Referenzträger muss mit der Unterseite der für den Brandraum verwendeten Abdeckplatten, die aus dem gleichen Beton wie die Platten auf dem belasteten Träger bestehen, verschraubt werden. Alle weiteren Trägerprofile geringer Höhe müssen eine Porenbetonabdeckung haben. Für die Sicherungsmutter ist eine geeignete Unterlegscheibe aus Stahl zu verwenden.

Bei jedem Probekörper ist, wie für belastete Träger in 7.1 beschrieben und in Bild 3 dargestellt, eine ähnliche Schicht aus verdichtbarem Dämmstoff zwischen der Unterseite der Betonabdeckung und dem Oberflansch des Trägers einzubringen.

Die Enden jedes Trägers müssen mit einer Schicht aus starrem oder flexiblem Dämmstoff isoliert sein; Bild 3 zeigt ein Beispiel.

7.3 Belastete Stützen

Eine als Probekörper verwendete belastete Stütze muss der Darstellung in Bild 8 und der Beschreibung in 5.2.3 entsprechend eingebaut werden.

7.4 Unbelastete Stützen

Stützen geringer Höhe sind entweder an der Unterseite der Brandraumabdeckplatten zu befestigen, wie in Bild 10 dargestellt, oder (unmittelbar oder auf Sockeln) auf dem Brandraumboden aufzustellen.

Um eine Wärmeübertragung über die Profilenden zu verhindern, ist zwischen allen Auflagerflächen der Stahlkonstruktion und der Brandraumabdeckplatte oder dem Brandraumboden oder dem Sockel ausreichend Dämmstoff einzubringen, wie in 7.1 für den belasteten Träger festgelegt und in Bild 12 dargestellt.

Die Maße der Isolierung an den Enden müssen größer sein als die Gesamtabmessungen des brandgeschützten Bauteils.

7.5 Muster für den Einbau von Probekörpern

Für jede Prüfung an belasteten Trägern oder Stützen muss ein gleichartiger unbelasteter Träger bzw. ein unbelastetes Stützenprofil gleichzeitig in den Brandraum eingebaut und gleichzeitig geprüft werden; anderenfalls wird auf 6.1 verwiesen.

Bei jedem belasteten Träger muss der entsprechende Referenzträger parallel zum belasteten Träger und in dessen Feldmitte angeordnet werden.

Jede belastete Stütze und das entsprechende unbelastete Referenzstützenprofil geringer Höhe sind, soweit möglich, immer gleichzeitig in den Brandraum einzubauen und gleichzeitig zu prüfen.

Die Profile sollten so im Brandraum angeordnet werden, dass sichergestellt ist, dass sie weder durch Brandraumwände noch andere Probekörper oder sonstige Gegenstände abgeschirmt oder in anderer Weise beeinträchtigt werden. Hierfür ist ein Mindestabstand vom 300 mm oder, falls der Träger höher als 300 mm ist, ein der Steghöhe entsprechender Abstand erforderlich. Die Profile sollten so angeordnet werden, dass sie keinen direkten Auswirkungen der Brenneröffnungen im Brandraum ausgesetzt sind.

Eine typische Probekörpereinbausituation für Brandräume mit den Maßen 4 m × 3 m ist in Bild 10 dargestellt.

7.6 Brandraumbelastung

Um sicherzustellen, dass das festgelegte Temperatur-/Zeitverhältnis im Brandraum eingehalten wird, müssen die Anzahl der eingebauten Stahlprofile und ihre Position möglicherweise geregelt werden.

Es kann beispielsweise ein Brandraum mit den Maßen 4 m × 3 m und einer Höhe von 2 m verwendet werden, der in der Regel bis zu 45 kg/m³ ohne nachteilige Auswirkungen aufnehmen kann.

8 Konditionierung der Probekörper

Alle Probekörper sind zusammen mit ihren Bestandteilen und etwaigen zur Bestimmung der Materialeigenschaften entnommenen Proben nach EN 1363-1 zu konditionieren.

9 Verwendung der Messeinrichtung

9.1 Allgemeines

Die Messgeräte zur Bestimmung der Temperatur, des Brandraumdrucks, der Belastung und der Verformung müssen den Anforderungen von EN 1363-1 entsprechen.

9.2 Einrichtung zur Messung und Regelung der Brandraumtemperatur

9.2.1 Allgemeines

Zur Messung und Regelung der Temperatur im Brandraum sind Plattenthermometer nach EN 1363-1 zu verwenden, die wie in EN 1363-1 festgelegt gleichmäßig im Brandraum verteilt sein müssen, um eine zuverlässige Aussage zur Temperatur in der Umgebung der Probekörper zu erhalten. Eine Anordnung an Stellen, an denen die Probekörper eine korrekte Messung der Brandraumtemperatur verhindern, ist nicht zulässig.

Es ist davon auszugehen, dass die Prüfreihe mindestens eine Prüfung umfasst, bei der ausschließlich Profile geringer Höhe geprüft werden.

9.2.2 Brandraumtemperatur im Bereich von als Probekörper verwendeten belasteten Trägern

Die Brandraumtemperatur im Bereich jedes der als Probekörper verwendeten belasteten Träger ist mit Plattenthermometern zu messen, die bei $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{5}$ und $\frac{4}{5}$ der beflamten Länge des belasteten Trägers anzuordnen sind, wobei an jeder Stelle jeweils zwei Plattenthermometer, eines auf jeder Seite des Trägers, vorzusehen sind. Die Plattenthermometer sind, wie in Bild 11 dargestellt, in einem Abstand von 500 mm unterhalb der Unterseite anzuordnen.

Die Plattenthermometer sind so auszurichten, dass die Hälfte der Thermometer mit ihrer A-Seite zum Brandraumboden und die andere Hälfte mit ihrer A-Seite zu den Längswänden des Brandraums weisen. Die unterschiedlichen Ausrichtungen müssen so verteilt sein, dass sich auf jeder Seite des Trägers eine gleiche Anzahl von zum Boden und zur Wand ausgerichteten Thermometern befindet.

9.2.3 Brandraumtemperatur im Bereich von als Probekörper verwendeten belasteten Stützen

Wird eine belastete Stütze gesondert geprüft, so ist die Brandraumtemperatur im Bereich des Stützenprofils mit jeweils zwei Plattenthermometern auf beiden Seiten der Stütze bei $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ der Stützhöhe und in einem Abstand von 100 mm zur Stütze zu messen.

Die Plattenthermometer sind so anzuordnen, dass sie mit ihrer A-Seite zu den Seitenwänden des Brandraums ausgerichtet sind. Die isolierten Teile sind dabei zur Stütze hin auszurichten.

Zu Beginn der Prüfung müssen die Messstellen dieser Thermoelemente nach EN 1363-1 angeordnet sein.

9.2.4 Brandraumtemperatur im Bereich von unbelasteten Probekörpern

9.2.4.1 Stützen auf dem Brandraumboden mit bzw. ohne einem belasteten Träger

Befinden sich Stützen geringer Höhe gleichzeitig mit einem belasteten Träger oder einer belasteten Stütze im selben Brandraum und werden diese Stützen auf dem Brandraumboden aufgestellt, so ist die Brandraumtemperatur im Bereich jedes Stützenprofils mit einem Plattenthermometer zu messen, das auf einer Seite der Stütze in einem Abstand von 0,5 m zum Stützenfuß anzuordnen und zur Regelung der Brandraumtemperatur nach den Festlegungen in EN 1363-1 zu verwenden ist. Diese Thermometer sind unter Berücksichtigung der Position und der Anzahl der Probekörper so gleichmäßig wie möglich zu verteilen.

Die Plattenthermometer sind so positionieren, dass sie mit ihrer A-Seite zu den Seitenwänden des Brandraums ausgerichtet sind. Die isolierten Teile sind dabei zur Stütze hin auszurichten.