

E DIN EN 13381-11:2025-01 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2024-12-06

Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen - Teil 11: Brandschutzmaßnahmen für Stahl-Vollstäbe unter Zugbeanspruchung basierend auf einer Brandprüfung unter mechanischer Belastung; Deutsche und Englische Fassung prEN 13381-11:2025

Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members - Part 11: Applied protection to solid steel bars in tension based on mechanically loaded fire tests; German and English version prEN 13381-11:2025

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereiche	10
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	11
3.1 Begriffe	11
3.2 Symbole und Abkürzungen	13
4 Prüfgeräte.....	15
4.1 Allgemeines	15
4.2 Brandraum	15
4.3 Lastrahmen und hydraulischer Stellantrieb	16
5 Prüfprogramm	16
5.1 Allgemeines.....	16
5.2 Bedingungen bezüglich der mechanischen Belastung	17
5.3 Anzahl der Probekörper	18
5.4 Größe von Probekörpern	18
5.4.1 Allgemeines.....	18
5.4.2 Stahl-Spezifikation.....	19
5.4.3 Oberflächenbehandlung und Aufbringen des Brandschutzmaterials.....	19
5.5 Zusammensetzung des reaktiven Brandschutzsystems	20
5.5.1 Allgemeines.....	20
5.5.2 Dicke des aufgetragenen reaktiven Brandschutzsystems	20
5.6 Auswahl von Probekörpern.....	22
6 Einbau der Probekörper	22
6.1 Muster für den Einbau von Probekörpern.....	22
6.2 Einbau der Stahlstäbe	23
6.3 Brandraumbelegung	23
6.4 Mechanische Zuglast	23
7 Konditionierung der Probekörper	23
8 Anwendung der Messgeräte.....	23
8.1 Allgemeines.....	23
8.2 Messgeräte für die Prüflast und die Verformung.....	24
8.3 Geräte zur Messung und Steuerung der Brandraumtemperatur	24
8.3.1 Allgemeines.....	24
8.3.2 Brandraumtemperatur.....	24
8.4 Geräte zur Messung der Stahltemperatur	25

8.5	Messgeräte für den Brandraumdruck	27
8.5.1	Allgemeines	27
8.5.2	Bestimmung der Nenndruckebene	28
9	Prüfverfahren	28
9.1	Allgemeines	28
9.2	Brandraumtemperatur und -druck	28
9.3	Temperatur des Probekörpers	28
9.4	Verformung des Probekörpers	28
9.5	Beobachtungen	28
9.6	Beendigung der Prüfung	29
10	Prüfergebnisse	29
10.1	Annehmbarkeit der Prüfergebnisse	29
10.2	Darstellung von Prüfergebnissen im Prüfbericht	29
11	Beurteilung	30
11.1	Allgemeines	30
11.2	Vorbereitung der durch die Feuerprüfungen erhaltenen experimentellen Daten	31
11.3	Verhalten	36
11.3.1	Wärmetechnisches Verhalten	36
11.3.2	Physikalisches Verhalten	36
11.4	Beurteilungsverfahren	38
11.5	Grenzwerte für das Interpolationsverfahren	40
12	Verfahren zur Übertragung von Ergebnissen zwischen Einfluss verschiedener Ausrichtungen von Stahlstäben	40
12.1	Allgemeines	40
12.2	Versuchsaufbau für eine Feuerprüfung ohne Beanspruchung	41
12.3	Korrektur aufgrund unterschiedlicher Dicken des reaktiven Brandschutzsystems	43
12.4	Bewertung der Prüfdaten	45
13	Anwendung der Prüf- und Beurteilungsergebnisse auf verschiedene Profiltypen	45
14	Beurteilungsbericht	46
15	Anwendungsgrenzen der Ergebnisse der Beurteilung	47
Anhang A (informativ) Beispiel für verschiedene Prüfsätze und den resultierenden Anwendungsbereich auf der Grundlage der Beurteilung		
		49
A.1	Allgemeines	49
A.2	Beispiele für Prüfsätze	49
A.2.1	Allgemeines	49
A.2.2	Beschreibung der Prüfsätze mit einem geprüften Stahlstab	49
A.2.3	Beschreibung des Prüfsatzes mit drei geprüften Stahlstäben	50
Anhang B (informativ) Beispiel für eine Beurteilung		
		52
B.1	Allgemeines	52
B.2	Definition des vorgesehenen Anwendungsbereichs durch den Hersteller	52
B.3	Vorbereitung der in den Feuerprüfungen erhaltenen Versuchsdaten	54
B.4	Leistung	55
B.5	Ergebnisse der Feuerprüfungen unter mechanischer Beanspruchung	55
B.6	Ergebnis der Beurteilung	57
Anhang C (normativ) Lineare Interpolationsanalyse		
		59
C.1	Allgemeines	59
C.2	Beispiele für Interpolationsverfahren, die nur Probekörper enthalten, die nicht von der Beurteilung ausgeschlossen wurden	59
C.2.1	Beurteilung der Grenzen des Interpolationsverfahrens	59
C.2.2	Interpolation auf der Grundlage des Stahlstabdurchmessers (D)	61
C.2.3	Interpolation auf der Grundlage der Bemessungstemperatur (θ_i)	64
C.2.4	Interpolation auf der Grundlage des Auslastungsfaktors	67

C.3	Interpolationsmethoden zur Berücksichtigung von Werten, die von der Bewertung ausgeschlossen wurden.....	71
C.3.1	Interpolation auf der Grundlage des Auslastungsfaktors.....	71
Anhang D (informativ) Beispiel für das Verfahren zur Berücksichtigung des Einflusses der Stabausrichtung auf das Wärmeverhalten des reaktiven Brandschutzsystems		
D.1	Allgemeines.....	76
D.2	Ergebnisse aus der zusätzlichen Feuerprüfung mit acht unbeanspruchten Stahlstäben.....	76
Anhang E (normativ) Prüfverfahren für die langsame Erhitzungskurve (Schwelbrand)		
E.1	Allgemeines.....	80
E.2	Prüfgerät.....	80
E.3	Probekörper.....	80
E.4	Beendigung der Prüfung.....	80
E.5	Beurteilung der Ergebnisse	80
	Literaturhinweise	81

Bilder

Bild 1	— Ungestörte und hindernisfreie Zone um den Probekörper im Brandraum (die geometrischen Beschränkungen gelten auch für andere Ausrichtungen des Stabs)	16
Bild 2	— Schematische Zeichnung der grundlegenden Struktur der Belastungseinrichtung und des Brandraums.....	18
Bild 3	— Mögliche Profiltypen (Querschnittsformen eines zu prüfenden Stahlstabs)	19
Bild 4 a	— Position der Messpunkte für die Trockenschichtdicke.....	20
Bild 4 b	— Position der Messpunkte für die Trockenschichtdicke.....	21
Bild 5	— Schematische Position des Plattenthermoelements im Brandraum.....	25
Bild 6	— Position der Thermoelemente (TC) am Querschnitt des Stahlstabs	26
Bild 7	— Beispiel für die Anwendung der Thermoelemente auf den mit reaktivem Brandschutzmaterial geschützten Stahlstab	27
Bild 8	— Schema des mechanisch beanspruchten Stahlstabs während der Feuerprüfung.....	31
Bild 9	— Prinzip der Bestimmung der Dauer bis zum Erreichen der Bemessungstemperaturen	33
Bild 10	— Prinzip zur Bestimmung der Verformung des Stahlstabs in jeder Minute der Feuerprüfung.....	35
Bild 11	— Prinzip für die Bestimmung des Zeitpunkts, zu dem die Tragfähigkeit (t_c) des Stahlstabs erreicht wird	37
Bild 12	— Empfohlenes Schema der Feuerprüfung mit unbeanspruchten Stahlstäben in verschiedenen Ausrichtungen.....	42
Bild 13	— Beispiel für die Befestigung des Stahlstabs an der zentralen Verbindungsplatte.....	43
Bild 14	— Anwendung der Prüf- und Beurteilungsergebnisse des kreisförmigen Profiltyps auf den rechteckigen (einschließlich des quadratischen) Profiltyp	46
Bild 15	— Schema der Ausrichtungen der geprüften Stahlstäbe und ihres entsprechenden Toleranzbereichs.....	48
Bild C.1	— Schema des linearen Interpolationsverfahrens für den ausgewählten Stahlstabdurchmesser	63
Bild D.1	— Beispiel für die berechnete mittlere Temperaturkurve für jede nach Abschnitt 0 berechnete Ausrichtung.....	77

Bild D.2 — Schematisches Verfahren der Temperaturkorrektur des horizontal beanspruchten Stahlstabs	78
Bild D.3 — Bestimmung des Zeitpunkts, zu dem die Tragfähigkeit des Stahlstabs erreicht wird	79
Tabellen	
Tabelle 1 — Prüfprogramm zur Festlegung des vorgesehenen Anwendungsbereichs des reaktiven Brandschutzsystems	17
Tabelle 2 — Vorlage eines Prüfsatzes für Feuerprüfungen von Stahlstäben mit Brandschutzmaterial	22
Tabelle 3 — Vorlage für die Dokumentation der Spezifikationen jedes geprüften mechanisch beanspruchten Stahlstabs	32
Tabelle 4 — Vorlage für die zusammengefassten Zeit- und Temperaturdaten der geprüften mechanisch beanspruchten Stahlstäbe	34
Tabelle 5 — Vorlage für die zusammengefassten Verformungs- und Verformungsgeschwindigkeitsdaten der geprüften mechanisch beanspruchten Stahlstäbe	36
Tabelle 6 — Vorlage für die Zusammenfassung des Grenzwerts der Verformungsgeschwindigkeit	37
Tabelle 7 — Beispiel für einen tabellarischen Vergleich von t_c mit t_f	38
Tabelle 8 — Vorlage für tabellierte Ergebnisdaten für einen mechanisch beanspruchten Probekörper	39
Tabelle 9 — Beispiel für die Bestimmung der korrigierten Zeit $t_{\text{correction}}$ unbeanspruchter Stahlstäbe	44
Tabelle A.1 — Beschreibung des geprüften Probekörpers einschließlich der Parameter des Stahlstabs	49
Tabelle A.2 — Ergebnistabelle der Beurteilung basierend auf Daten aus den Feuerprüfungen	50
Tabelle A.3 — Beschreibung der geprüften Probekörper einschließlich der Parameter des Stahlstabs	51
Tabelle A.4 — Ergebnisbeurteilungs-Tabelle mit zusätzlicher Verwendung von Prüfdaten	51
Tabelle B.1 — Vorgesehener Anwendungsbereich und Liste der geprüften Probekörper (Prüfprogramm)	52
Tabelle B.2 — Beispiel für mechanische Eingabedaten für Probekörper der Reihe B (mit identischem Querschnitt)	54
Tabelle B.3 — Bestimmung der Verformungsgeschwindigkeit	55
Tabelle B.4 — Vergleich des Zeitpunkts, zu dem die Tragfähigkeit (t_c) erreicht wird, mit der vorgesehenen Feuerwiderstandszeit t_f	55
Tabelle B.5 — Zusammengefasste Informationen für den Zeitpunkt $t(\theta_i)$, zu dem die Bemessungstemperaturen erreicht werden	56
Tabelle B.6 — Resultierende Dicke der Versuchs-Probekörper	57
Tabelle B.7 — Ergebnistabelle der Beurteilung — erforderliche Dicken des Brandschutzmaterials	58
Tabelle C.1 — Beschreibung des geprüften Probekörpers einschließlich der Parameter der Stahlstäbe	59

Tabelle C.2 — Beschreibung des geprüften Probekörpers einschließlich der Parameter der Stahlstäbe.....	61
Tabelle C.3 — Ergebnistabelle der Beurteilung basierend auf Daten aus den Feuerprüfungen und den vorgesehenen interpolierten DFT-Werten.....	62
Tabelle C.4 — Ergebnistabelle mit geprüften und interpolierten Werten.....	64
Tabelle C.5 — Beschreibung des geprüften Probekörpers einschließlich der Parameter der Stahlstäbe.....	65
Tabelle C.6 — Ergebnistabelle der Beurteilung basierend auf Daten aus den Feuerprüfungen und dem vorgesehenen interpolierten DFT-Wert	65
Tabelle C.7 — Ergebnistabelle mit geprüften und interpolierten Werten.....	67
Tabelle C.8 — Beschreibung des geprüften Probekörpers einschließlich der Parameter der Stahlstäbe.....	68
Tabelle C.9 — Ergebnistabelle der Beurteilung basierend auf Daten aus den Feuerprüfungen und den vorgesehenen interpolierten DFT-Werten.....	69
Tabelle C.10 — Ergebnistabelle mit geprüften und interpolierten Werten	70
Tabelle C.11 — Beschreibung der geprüften Probe einschließlich der Parameter der Stahlstäbe	71
Tabelle C.12 — Ergebnistabelle der Bewertung auf der Grundlage von Testdaten und beabsichtigten interpolierten t_c-Werten.....	73
Tabelle C.13 — Ergebnistabelle der Bewertung auf der Grundlage von Daten aus Brandversuchen und beabsichtigten interpolierten t_c-Werten	74
Tabelle C.14 — Ergebnisse der Interpolationsanalyse	75
Tabelle C.15 — Ergebnistabelle mit geprüften und interpolierten Werten	75