# 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 aufgebrachten 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 ($\theta_i$) ... 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** ... **76**
**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)** ... **80**
**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 $t_{correction}$ 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**